

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-082100

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

F02D 41/04

F02D 41/04

F02D 41/04

F02D 9/02

F02D 21/08

F02D 43/00

F02D 45/00

F02D 45/00

F02M 25/07

(21)Application number : 09-247316

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 11.09.1997

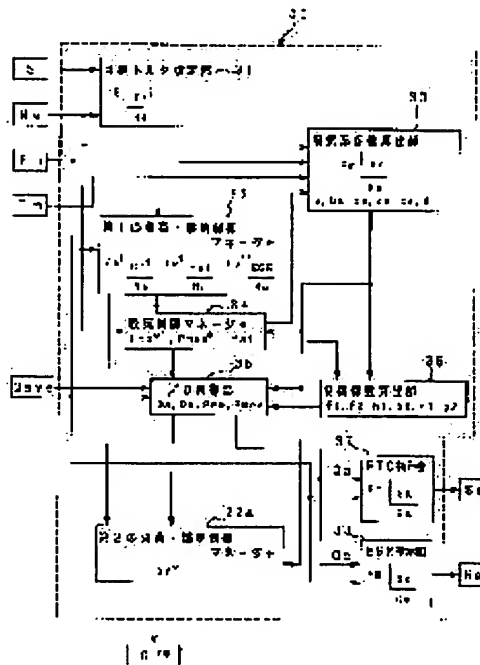
(72)Inventor : MATSUURA TAKASHI
HAGURA NOBUHIRO
NANBA ATSUSHI
AKIMOTO AKIRA

(54) CONTROL DEVICE FOR ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize the optimization of intake air quantity and optimization of EGR quantity by performing an intake control and an EGR control while estimating an air effective component and an EGR effective component.

SOLUTION: A basic fuel injection quantity and an EGR set value are initially set by a first load/combustion control manager 32 so as to correspond to a target engine torque set by use of an engine rotating speed N_e and an accelerator opening S by a target torque setting part 31. A target pressure value in an intake pipe is set independently as air and EGR gas effective component partial pressures from the basic fuel injection quantity and the EGR set value by an intake control manager 34. Estimated values of air and EGR gas effective component partial pressures are calculated according to an intake system model by a F/B control part 36. An EGR valve passing gas flow rate set value is calculated on the basis of the deviation between the estimated value of EGR gas effective component partial pressure and the control target value, and a throttle valve passing air flow rate set value is calculated on the basis of the deviation between the estimated value of air effective component partial pressure and the control target value and the air excess or short component in EGR gas to control a throttle and an EGR valve to an intended state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the control unit of the engine which carries out adjustable control of fuel oil consumption and the throttle opening according to actuation of an operator A means to set up the desired value of the parameter according to an engine output state from an engine speed and accelerator opening, A means to initialize basic fuel oil consumption, an EGR rate, and the equivalent ratio in a cylinder based on the above-mentioned desired value, respectively, The equivalent ratio of actual EGR gas is presumed from the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder. The estimate of the equivalent ratio of this EGR gas, The initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, and the initial value of the above-mentioned basic fuel oil consumption, A control-objectives value [as opposed to the air active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force based on the initial value of the above-mentioned EGR rate], A means to set up the control-objectives value over the EGR gas active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force, respectively, The inhalation-of-air system model in consideration of the new temper of passing a throttle valve, and the air excess-and-deficiency component and EGR gas active principle in EGR gas is followed. The model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of EGR gas, and the model value of an EGR gas active principle partial pressure A means to compute the model value of a new mind partial pressure based on the flow rate measurement value of a new temper while computing based on the ratio of the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas, and the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, Based on the model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of the above-mentioned EGR gas, and the model value of the above-mentioned new mind partial pressure, the estimate of an air active principle partial pressure is computed. A means to compute the estimate of an EGR gas active principle partial pressure from the estimate of this air active principle partial pressure, and the pressure-of-induction-pipe force, A means to compute the set point of an EGR gas flow rate based on the deflection of the estimate of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure, and the control-objectives value of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure, A means to compute the set point of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve based on the deflection of the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure, and the control-objectives value of the above-mentioned EGR gas, A means to compute the control input of the actuator which adjusts the amount of EGR (s) based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of the above-mentioned EGR gas flow rate, A means to compute the control input of the actuator which adjusts throttle opening based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of an air flow rate of passing the above-mentioned throttle valve, The control unit of the engine characterized by having a means to set up the final basic fuel oil consumption for computing the control input to the injector which injects a fuel.

[Claim 2] The control unit of the engine according to claim 1 characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas based on the output of an air-fuel ratio sensor.

[Claim 3] The control unit of the engine according to claim 1 characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas as first-order lag over the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder.

[Claim 4] The control unit of the engine according to claim 1 characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas by the first-order lag of the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, and the pressure-of-induction-pipe force and the dead time set up by the engine speed.

[Claim 5] The control unit of the engine according to claim 1 to 4 characterized by applying the value which

carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an EGR gas active principle partial pressure, and the estimate of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure in case the set point of the above-mentioned EGR gas flow rate is computed.

[Claim 6] The control unit of the engine according to claim 1 to 5 characterized by applying the value which carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an air active principle partial pressure, and the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure in case the set point of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve is computed.

[Claim 7] The control unit of the engine according to claim 1 to 6 characterized by restricting to below the realizable maximum EGR gas flow rate in case the set point of the above-mentioned EGR gas flow rate is computed.

[Claim 8] The control unit of the engine according to claim 7 characterized by setting up the above-mentioned maximum EGR gas flow rate according to a service condition.

[Claim 9] The control unit of the engine according to claim 7 characterized by making the above-mentioned maximum EGR gas flow rate into a controllable value in 1 control period.

[Claim 10] The control unit of the engine according to claim 1 to 9 characterized by restricting to below the realizable maximum air flow rate in case the set point of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve is computed.

[Claim 11] The control unit of the engine according to claim 10 characterized by setting up the above-mentioned maximum air flow rate according to a service condition.

[Claim 12] The control unit of the engine according to claim 10 characterized by making the above-mentioned maximum air flow rate into a controllable value in 1 control period.

[Claim 13] the above -- the control unit of the engine according to claim 1 to 12 characterized by making final basic fuel oil consumption into the initial value of the above-mentioned basic fuel oil consumption.

[Claim 14] the above -- the control unit of the engine according to claim 1 to 12 characterized by setting up final basic fuel oil consumption based on the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure.

[Claim 15] the above -- the control unit of the engine according to claim 1 to 12 characterized by setting up final basic fuel oil consumption based on the pressure response forecast of the above-mentioned air active principle partial pressure.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control unit of the engine which performs synthetically fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control.

[0002]

[Description of the Prior Art] Fuel quantity and an air content are determined recently as a basis of control of the engine output-shaft torque which is the physical quantity which carries out a direct action to control of a car. The technique of improving the responsibility over an operator's demand output and obtaining good performance-traverse ability is proposed variously. To JP,1-313636,A The technique which both carries out electronics control of the throttle-valve opening to if the desired value of engine output-shaft torque is set up from an accelerator control input and an engine speed and fuel oil consumption is controlled according to the set-up target torque with an actuator, and controls an inhalation air content is indicated.

[0003] However, under the effect of the response delay of the inhalation air for being filled up with volume, such as an inhalation-of-air collector chamber of a throttle-valve lower stream of a river, at the time of transient operation, the effect of the delay of the equipment to which an inhalation air content is changed, etc. Since fuel oil consumption was controlled corresponding to target torque to a gap being between the demand air content corresponding to the target torque in the time of controlling the throttle valve, and the air content actually inhaled by the cylinder, it was difficult to supply the neither more nor less between a fuel and air.

[0004] Phase lag compensation equivalent to the response delay of the actuator which controls the delay and the inhalation air content of inhalation air by collector chamber restoration of inhalation air was carried out to the fuel oil consumption itself as opposed to the target output torque to cope with this and the excess and deficiency of a fuel are prevented at JP,3-185248,A to cope with.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in a Prior art, since it is the open loop control to which feedback is not carried out to the actual inhalation air content produced as an actuation result of a throttle valve, it cannot respond to the flow rate change by the bulb contamination produced with the flow rate deflection by the variation between the individuals of a throttle valve, the blow-by gas of the flow rate change by change of the opening area by the temperature change of a throttle valve, and a throttle valve, etc.

[0006] Moreover, although carrying out phase lag compensation of a fuel or ignition timing corresponding to the response delay of a filled up part to the collector chamber of EGR gas or an EGR valve which passes an EGR valve for reduction of exhaust gas emission in the case of the engine which uses EGR together is also considered Since the responsibility of a throttle valve differs from the responsibility of an EGR valve, it is difficult to attain under a transient the set point based on the optimum value at the time of steady operation or the target air-fuel ratio which can be found from this set point, and an EGR rate.

[0007] This invention was made in view of the above-mentioned situation, according to actuation of an operator, it is performing synthetically fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control, optimization of fuel oil consumption, optimization of an inhalation air content, and optimization of the amount of EGR(s) are realized, and it aims at offering the control unit of the engine which can aim at improvement in an operation feeling, and reduction of exhaust gas emission.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In the control unit of the engine with which invention according to claim 1 carries out adjustable control of fuel oil consumption and the throttle opening according to actuation of an

operator A means to set up the desired value of the parameter according to an engine output state from an engine speed and accelerator opening, A means to initialize basic fuel oil consumption, an EGR rate, and the equivalent ratio in a cylinder based on the above-mentioned desired value, respectively, The equivalent ratio of actual EGR gas is presumed from the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder. The estimate of the equivalent ratio of this EGR gas, The initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, and the initial value of the above-mentioned basic fuel oil consumption, A control-objectives value [as opposed to the air active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force based on the initial value of the above-mentioned EGR rate], A means to set up the control-objectives value over the EGR gas active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force, respectively, The inhalation-of-air system model in consideration of the new temper of passing a throttle valve, and the air excess-and-deficiency component and EGR gas active principle in EGR gas is followed. The model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of EGR gas, and the model value of an EGR gas active principle partial pressure A means to compute the model value of a new mind partial pressure based on the flow rate measurement value of a new temper while computing based on the ratio of the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas, and the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, Based on the model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of the above-mentioned EGR gas, and the model value of the above-mentioned new mind partial pressure, the estimate of an air active principle partial pressure is computed. A means to compute the estimate of an EGR gas active principle partial pressure from the estimate of this air active principle partial pressure, and the pressure-of-induction-pipe force, A means to compute the set point of an EGR gas flow rate based on the deflection of the estimate of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure, and the control-objectives value of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure, A means to compute the set point of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve based on the deflection of the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure, and the control-objectives value of the above-mentioned air active principle partial pressure, and the air excess-and-deficiency component in the above-mentioned EGR gas, A means to compute the control input of the actuator which adjusts the amount of EGR(s) based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of the above-mentioned EGR gas flow rate, A means to compute the control input of the actuator which adjusts throttle opening based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of an air flow rate of passing the above-mentioned throttle valve, It is characterized by having a means to set up the final basic fuel oil consumption for computing the control input to the injector which injects a fuel. [0009]

Invention according to claim 2 is characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas based on the output of an air-fuel ratio sensor in invention according to claim 1. [0010]

Invention according to claim 3 is characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas as first-order lag over the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder in invention according to claim 1. [0011]

Invention according to claim 4 is characterized by calculating the estimate of the equivalent ratio of the above-mentioned EGR gas by the first-order lag of the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, and the pressure-of-induction-pipe force and the dead time set up by the engine speed in invention according to claim 1. [0012]

In invention according to claim 1 to 4, in case invention according to claim 5 computes the set point of the above-mentioned EGR gas flow rate, it is characterized by applying the value which carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an EGR gas active principle partial pressure, and the estimate of the above-mentioned EGR gas active principle partial pressure. [0013]

In case invention according to claim 6 computes the set point of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve, it is characterized by applying the value which carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an air active principle partial pressure, and the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure. [0014]

In invention according to claim 1 to 6, in case invention according to claim 7 computes the set point of the above-mentioned EGR gas flow rate, it is characterized by restricting to below the realizable maximum EGR gas flow rate. [0015]

Invention according to claim 8 is characterized by setting up the above-mentioned maximum EGR gas flow rate according to a service condition. [0016]

Invention according to claim 9 is characterized by making the above-mentioned maximum EGR gas flow rate into a controllable value in 1 control period in invention according to claim 7. [0017]

In invention according to claim 1 to 9, in case invention according to claim 10 computes the set point

of the air flow rate which passes the above-mentioned throttle valve, it is characterized by restricting to below the realizable maximum air flow rate.

[0018] Invention according to claim 11 is characterized by setting up the above-mentioned maximum air flow rate according to a service condition in invention according to claim 10.

[0019] Invention according to claim 12 is characterized by making the above-mentioned maximum air flow rate into a controllable value in 1 control period in invention according to claim 10.

[0020] invention according to claim 13 -- invention according to claim 1 to 12 -- setting -- the above -- it is characterized by making final basic fuel oil consumption into the initial value of the above-mentioned basic fuel oil consumption.

[0021] invention according to claim 14 -- invention according to claim 1 to 12 -- setting -- the above -- it is characterized by setting up final basic fuel oil consumption based on the estimate of the above-mentioned air active principle partial pressure.

[0022] invention according to claim 15 -- invention according to claim 1 to 12 -- setting -- the above -- it is characterized by setting up final basic fuel oil consumption based on the pressure response forecast of the above-mentioned air active principle partial pressure.

[0023] Namely, in this invention, if the desired value of the parameter according to engine output states, such as an engine torque, is set up from an engine speed and the accelerator opening by actuation of an operator Based on this desired value, basic fuel oil consumption, an EGR rate, and the equivalent ratio in a cylinder are initialized, respectively, and the equivalent ratio of actual EGR gas is presumed from the initial value of the equivalent ratio in a cylinder. The estimate of the equivalent ratio of this EGR gas, Based on the initial value of the equivalent ratio in a cylinder, the initial value of basic fuel oil consumption, and the initial value of an EGR rate, the control-objectives value over the air active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force and the control-objectives value over the EGR gas active principle partial pressure of the pressure-of-induction-pipe force are set up, respectively.

[0024] Next, using the inhalation-of-air system model in consideration of the new temper of passing a throttle valve, the air excess-and-deficiency component in EGR gas, and the active principle of EGR gas, the model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of EGR gas and the model value of an EGR gas active principle partial pressure are computed based on the ratio of the estimate of the equivalent ratio of EGR gas, and the initial value of the above-mentioned equivalent ratio in a cylinder, and the model value of a new mind partial pressure is computed based on the flow rate measurement value of a new temper.

[0025] Furthermore, the estimate of an air active principle partial pressure is computed from the model value of the air excess-and-deficiency component partial pressure of EGR gas, and the model value of a new mind partial pressure. The estimate of an EGR gas active principle partial pressure is computed from the estimate of this air active principle partial pressure, and the pressure-of-induction-pipe force. While computing the set point of an EGR gas flow rate based on the deflection of the estimate of this EGR gas active principle partial pressure, and the control-objectives value of an EGR gas active principle partial pressure Based on the deflection of the estimate of an air active principle partial pressure, and the control-objectives value of an air active principle partial pressure, and the air excess-and-deficiency component in EGR gas, the set point of the air flow rate which passes a throttle valve is computed.

[0026] And while computing the control input of the actuator which adjusts the amount of EGR(s) based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of an EGR gas flow rate, the final basic fuel oil consumption for computing the control input of the actuator which adjusts throttle opening based on the set point and the pressure-of-induction-pipe force of an air flow rate of passing a throttle valve, and computing the control input to the injector which injects a fuel is set up, and fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control are performed synthetically.

[0027] In this case, the estimate of the equivalent ratio of EGR gas may be calculated based on the output of an air-fuel ratio sensor, and may be calculated by the first-order lag of the initial value of the equivalent ratio in a cylinder as first-order lag to the initial value of the equivalent ratio in a cylinder, and the pressure-of-induction-pipe force and the dead time set up by the engine speed.

[0028] Moreover, it is desirable to apply the value which carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an EGR gas active principle partial pressure and the estimate of an EGR gas active principle partial pressure, in case the set point of an EGR gas flow rate is computed, and in case the set point of the air flow rate which passes a throttle valve is computed, it is desirable to apply the value which carried out time quadrature of the error of the pressure response forecast of an air active principle partial pressure and the estimate of an air active principle partial pressure.

[0029] Moreover, in the value to which it was desirable to restrict to below the realizable maximum EGR gas flow rate as for the set point of an EGR gas flow rate, and this maximum EGR gas flow rate was set according to the service condition, or 1 control period, a controllable value is employable.

[0030] In the value to which similarly it was desirable to restrict to below the realizable maximum air flow rate as for the set point of the air flow rate which passes a throttle valve, and this maximum air flow rate was set according to the service condition, or 1 control period, a controllable value is employable.

[0031] Moreover, the initial value of basic fuel oil consumption may be used for final basic fuel oil consumption as it is, and it may set it up based on the estimate of an air active principle partial pressure, or the pressure response forecast of an air active principle partial pressure.

[0032]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. drawing 1 - drawing 8 -- the 1st gestalt of operation of this invention -- being involved -- drawing 1 -- the block diagram of a fuel, inhalation of air, and an EGR control section, and drawing 2 -- for the flow chart of a fixed manipulation routine, and drawing 5, the flow chart of a fuel, inhalation of air, and an EGR control manipulation routine and drawing 6 are [the whole engine control-system block diagram and drawing 3 / the flow chart of initialization routine, and drawing 4 / the explanatory view of an inhalation-of-air system model and drawing 8 of the flow chart of crank angle interruption routine and drawing 7] the explanatory views of gas column distinction.

[0033] Drawing 2 shows the engine control system which performs synthetically fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control, and while the various sensors for detecting an engine operation condition are connected to the Maine control unit 20 which consists of a microcomputer which calculates various controlled variables, the various actuators for engine control are connected.

[0034] As sensors connected to the above-mentioned Maine control unit 20 For every predetermined crank angle, a pulse signal The gas column distinction sensor 3 which outputs the pulse signal for the gas column distinction generated between the crank angle sensor 2 to output and the pulse signal outputted from this crank angle sensor 2, the accelerator opening sensor 4 which outputs the voltage signal according to the amount of treading in of the accelerator pedal which is not illustrated, There is inhalation air content sensor 8 grade which measures the pressure-of-induction-pipe force sensor 5 which outputs the voltage signal according to the pressure of inhalation of air, the inlet-pipe temperature sensor 6 which outputs the voltage signal according to the gas temperature within inhalation of air, the air-fuel ratio sensor 7 which detects an air-fuel ratio, and a throttle passage air flow rate.

[0035] Moreover, there is ignition coil 11 grade formed successively as actuators connected to the above-mentioned Maine control unit 20 by the injector 10 of each gas column which injects a fuel, and the ignition plug 12 for every gas column, and EGR valve 14 for carrying out adjustable [of the throttle actuator 13 and the amount of EGR(s) for carrying out adjustable / of the throttle opening] further is connected.

[0036] As a function which computes the various parameters with which the above-mentioned Maine control unit 20 processes the signal from each sensors, and an engine operation condition is expressed Whenever [judgment section 22 and crank angle] the pulse recurrence-interval time amount calculation section 23, the engine-speed calculation section 24, the accelerator opening calculation section 25, the manifold total pressure calculation section 26, the gas-temperature calculation section 27 of inhalation of air, the air-fuel ratio calculation section 28, and the throttle passage air-flow-rate calculation section 29 [whenever / gas column distinction section 21 and crank angle] It has, has the fuel, inhalation of air, and the EGR control section 30 used as the center of engine control further, and has each function of the injection pulse period calculation section 40, the fuel-injection-timing setting section 41, the injection pulse generating section 42, the ignition timing setting section 43, and the ignition signal generator 44 as a function concerning a controlled-variable output.

[0037] Namely, the input configuration of the output pulse signal (crank pulse) from the crank angle sensor 2 and the output pulse signal (gas column distinction pulse) from the gas column distinction sensor 3 performs gas column distinction in the gas column distinction section 21, and a location is judged [whenever / predetermined crank angle / of the specific gas column which carried out gas column distinction / whenever / crank angle / corresponding to the crank pulse by which a sequential input is carried out] in the judgment section 22 whenever [crank angle] by making a location into a criteria crank location. Moreover, whenever [crank angle], by the pulse recurrence-interval time amount calculation section 23, the input spacing time amount of a crank pulse is clocked, the elapsed time of a between is computed whenever [predetermined crank angle], and an engine speed Ne is computed from the elapsed time of 180-degreeCA in the engine-speed calculation section 24.

[0038] Moreover, based on the output voltage value of the accelerator opening sensor 4, the accelerator opening (the amount of accelerator treading in) S is computed in the accelerator opening calculation section 25, and the pressure-of-induction-pipe force (manifold total pressure is called hereafter) P_m is computed based on the output voltage value of the pressure-of-induction-pipe force sensor 5 in the manifold total pressure calculation section 26.

[0039] Furthermore, based on the output voltage value of the inlet-pipe temperature sensor 6, the gas temperature T_m of inhalation of air is computed in the gas-temperature calculation section 27 of inhalation of air, an air-fuel ratio λ is computed based on the output voltage of the air-fuel ratio sensor 7 in the air-fuel ratio calculation section 28, and the throttle passage air-flow-rate measurement value Q_{ave} is computed based on the output from the inhalation air content sensor 8 in the throttle passage air-flow-rate calculation section 29.

[0040] On the other hand, a fuel, inhalation of air, and the EGR control section 30 are constituted from the target set torque section 31, the 1st load and combustion-control manager 32, a load and combustion-control manager 32 of ** 2nd a, the inhalation-of-air system multiplier calculation section 33, the inhalation-of-air control manager 34, the control-factor calculation section 35, a F/B control section 36, the electronics control throttle (ETC) directions section 37, and the EGR directions section 38 by the detail, as shown in drawing 1.

[0041] In the target set torque section 31, if the target engine torque T_{ei} is set up based on an engine speed N_e and the accelerator opening S and the basic fuel oil consumption and the EGR set point (EGR rate) corresponding to the target engine torque T_{ei} are initialized by the 1st load and combustion-control manager 32, the pressure desired value within inhalation of air will be divided and set to an air active principle partial pressure and an EGR gas active principle partial pressure from basic fuel oil consumption and the EGR set point by the inhalation-of-air control manager 34.

[0042] And according to the following inhalation-of-air system models, the estimate of an air active principle partial pressure and the estimate of an EGR gas active principle partial pressure are computed by the F/B control section 36. While computing the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e based on the deflection of the estimate of an EGR gas active principle partial pressure, and the control-objectives value of an EGR gas active principle partial pressure Based on the deflection of the estimate of an air active principle partial pressure, and the control-objectives value of an air active principle partial pressure, and the air excess-and-deficiency component in EGR gas, the throttle-valve passage air-flow-rate set point Q_a is computed.

[0043] In addition, as for the subscript added to each parameter, i expresses [a initial value and * / desired value and (-k)] that it is a value in front of k control period (it is a value in front of 1 control period with a subscript (-1)).

[0044] Here, an active principle and an excess-and-deficiency component are explained. First, an active principle shows the component for responding to desired value (initial value), and if a control air-fuel ratio is the equivalent (theoretical air fuel ratio), although an EGR gas active principle is the same value as the inerts (the component equivalent to the burnt gas in theoretical air fuel ratio; it consists of H_2O , CO_2 , and N_2 grade) which are non-air components in EGR gas, when a control air-fuel ratio is Lean, it will serve as a value which added inerts to the air component in EGR gas including the air for equivalent ratio.

[0045] Although an excess-and-deficiency component shows a part for the excess and deficiency to an active component, and excess and deficiency are not produced in a steady state since exhaust air equivalent ratio is the same as target equivalent ratio, moreover, transitionally The target equivalent ratio which it is going to control from now on, and the exhaust air equivalent ratio of the EGR gas which flows back now are not in agreement in many cases, and in being target equivalent ratio > exhaust air equivalent ratio The excess air is produced in the EGR gas flowing back, and insufficient air is produced in the EGR gas which flows back in the case of target equivalent ratio < exhaust air equivalent ratio. Therefore, a part for this excess and insufficient air is controlled by the throttle valve and EGR valve control to a goal state.

[0046] Next, the flow rate Q_a of the new temper of passing throttle-valve 1b infixed in inlet-pipe 1a of an engine 1 as the inhalation-of-air system model adopted by this invention is shown in drawing 7 (throttle passage air flow rate), The EGR gas flow rate (EGR valve passage quantity of gas flow) Q_e which passes EGR valve 14 infixed in 1d of exhaust air reflux tubing from exhaust pipe 1c to inlet-pipe 1a is supplied in inlet-pipe 1a. By expecting the air content of the part which is the inhalation-of-air system model it is supposed that is flowed into the cylinder of an engine 1 (cylinder inflow capacity Q_s), and is filled up with the inlet-pipe volume by throttle passage air flow Q_a and the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e The target torque set up from the accelerator control input and the engine speed is transitionally realizable

on time.

[0047] The new temper that the air active principle within inhalation of air passes throttle-valve 1b, From the sum with the air excess-and-deficiency component in the EGR gas which passes EGR valve 14 The air active principle which flows into a cylinder is removed. Throttle passage air flow Q_a , The EGR valve passage flow rate Q_{ea} of the air excess-and-deficiency component in EGR gas, the cylinder inflow flow Q_{so} of the air active principle within inhalation of air, If a gaseous equation of state is applied using the gas constant R_a of the inlet-pipe volume V_m , gas-temperature T_m of inhalation of air, and an air active principle, time amount variation dP_{mo}/dt of the air active principle partial pressure P_{mo} within inhalation of air can be expressed with the following (1) equations.

$dP_{mo}/dt = (Q_a + Q_{ea} - Q_{so})$ and $R_a - T_m/V_m$ -- (1) [0048] Moreover, except for the EGR gas active principle which flows into a cylinder, the gas constant R_e of cylinder inflow flow Q_{see} of the EGR valve passage flow rate Q_{ee} of an EGR gas active principle and an EGR gas active principle and an EGR gas active principle can express time amount variation dP_{mee}/dt of the EGR gas active principle partial pressure P_{mee} within inhalation of air by the following (2) formulas similarly from the EGR gas active principle to which the EGR gas active principle within inhalation of air passes EGR valve 14.

$dP_{mee}/dt = (Q_{ee} - Q_{see})$ and $R_e - T_m/V_m$ -- (2) [0049] The EGR valve passage flow rate Q_{ea} of the air excess-and-deficiency component of the EGR gas in the above-mentioned (1) formula and the EGR valve passage flow rate Q_{ee} of the EGR gas active principle in the above-mentioned (2) formula can be expressed like following (3) and (4) types, respectively by applying a ratio with target equivalent ratio ϕ_{ii} which is the initial value of the equivalent ratio ϕ of the EGR gas in EGR valve 14 inlet port, and the equivalent ratio in a cylinder to the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e .

$Q_{ea} = (1 - \phi/\phi_{ii})$, Q_e -- (3) $Q_{ee} = (\phi/\phi_{ii})$, Q_e -- (4) [0050] Moreover, the cylinder inflow flow Q_{see} of cylinder inflow flow Q_{so} of the air active principle in the above-mentioned (1) formula and the EGR gas active principle in the above-mentioned (2) formula can be expressed with the following (5) and (6) types using the number L of gas columns of the stroke volume V_s per 1 cylinder, volumetric-efficiency η_{tav} , and an engine, respectively.

$Q_{so} = ((P_{mo} - V_s)/(R_a - T_m)) - \eta_{tav} - (N_e - L/120)$ -- (5) $Q_{see} = ((P_{mee} - V_s)/(R_e - T_m)) - \eta_{tav} - (N_e - L/120)$ -- (6)

[0051] Therefore, if it replaces by the multipliers a , b_a , and b_e which show the part in a formula in the above (1) and (2) types by the following (7) - (9) formulas with the application of the above-mentioned (3) - (5) type and a matrix type describes the above (1) and (2) types The following (10) types come to show.

Throttle passage air flow Q_a , Based on the ratio of the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e and the equivalent ratio ϕ of EGR gas, and target equivalent ratio ϕ_{ii} , the time amount variation of the air active principle partial pressure P_{mo} and the time amount variation of the EGR gas active principle partial pressure P_{mee} can express the condition within inhalation of air.

$= (V_s/V_m) - \eta_{tav} - (N_e - L/120)$ -- (7) $b_a = R_a - T_m/V_m$ -- (8) $b_e = R_e - T_m/V_m$ -- (9)

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} P_{mo} \\ P_{mee} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -a & 0 \\ 0 & -a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{mo} \\ P_{mee} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_a (1 - \phi/\phi_{ii}) \cdot b_a \\ 0 & (\phi/\phi_{ii}) \cdot b_e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_a \\ Q_e \end{bmatrix} \dots (10)$$

[0052] By using the above inhalation-of-air system model, it is based on the time amount variation of the air active principle partial pressure P_{mo} within inhalation of air, and the EGR gas active principle partial pressure P_{mee} . Throttle passage air flow Q_a and the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e are computable. In the F/B control section 36 Feed back the deflection of the desired value of the EGR gas active principle partial pressure within inhalation of air, and the EGR gas active principle partial pressure estimate which is the calculated value of an EGR gas active principle partial pressure, and the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e is set up. Furthermore, the deflection of the desired value of the air active principle contained in this EGR valve passage quantity of gas flow Q_e and the air active principle partial pressure within inhalation of air and the air active principle partial pressure estimate which is the calculated value of an air active principle partial pressure is fed back, and throttle passage air flow Q_a is set up.

[0053] And while setting up the final basic fuel oil consumption for computing the control input to an injector 10 by the 2nd load and combustion-control manager 32a and outputting to the injection pulse period calculation section 40 In the ETC directions section 37, from the manifold total pressure P_m and the throttle passage air-flow-rate set point Q_a The throttle actuator indicated value S_a as a control input to the throttle actuator 13 which is a controlled system is set up, and it outputs to the throttle actuator 13. In moreover, the EGR directions section 38 From the manifold total pressure P_m and the EGR valve passage quantity-of-gas-

flow set point Q_e , the EGR valve indicated value Se as a control input to EGR valve 14 is set up, and it outputs to EGR valve 14. In addition, the inhalation-of-air system multiplier calculation section 33 and the control-factor calculation section 35 compute the multiplier of an inhalation-of-air system model, and the multiplier of feedback control, respectively.

[0054] In the injection pulse period calculation section 40, injection pulse period T_{out} as a control input to an injector 10 is computed from basic fuel-oil-consumption Gf^* set up by above-mentioned fuel, inhalation of air, and EGR control section 30, it sets according to the fuel injection timing T_{inj} set up in this injection pulse period T_{out} and the fuel-injection-timing setting section 41 by whenever [crank angle / of the specification which defined the injection pulse generating timer beforehand in the injection pulse generating section 42], and an injection pulse is outputted to an injector 10 to predetermined timing.

[0055] Moreover, ignition timing T_{ig} is set up based on an engine speed Ne and the target engine torque Te_i , an ignition pulse generating timer is set by whenever [specific crank angle / which was beforehand defined by the ignition signal generator 44 according to this ignition timing T_{ig}], an ignition signal is outputted to an ignition coil 11 to predetermined timing, and an ignition plug 12 is made to discharge in the ignition timing setting section 43.

[0056] Hereafter, the fuel, the inhalation of air, and EGR control processing performed with the above-mentioned Maine control unit 20 are explained according to the flow chart of drawing 3 R> 3 - drawing 6 .

[0057] When the ignition switch which drawing 3 does not illustrate is turned on, a power source is supplied to the Maine control unit 20 and a system is reset, It is the initialization routine by which interruption activation is carried out, and first, if CPU is initialized at step S10, control data will be initialized at step S20. At step S30 Inhalation-of-air system constants, such as the inlet-pipe volume V_m , the stroke volume V_s per 1 cylinder, the engine number L of gas columns, the gas constant R_a of an air active principle, and the gas constant R_e of an EGR gas active principle, are set up, and it escapes from a routine.

[0058] And after system initialization, while the fixed manipulation routine shown in drawing 4 is performed for every (every [for example,] 10ms) fixed time amount, interruption activation of the crank angle interruption routine shown in drawing 6 is carried out for every crank pulse input.

[0059] In the fixed manipulation routine of drawing 4 , first, as processing of the accelerator opening calculation section 25, the accelerator opening S is computed by carrying out A/D conversion of the output of the accelerator opening sensor 4, and the manifold total pressure P_m is computed as processing of the manifold total pressure calculation section 26 at step S60 by step S50 by carrying out A/D conversion of the output of the pressure-of-induction-pipe force sensor 5. Furthermore, the gas temperature T_m within inhalation of air is computed at step S70 by carrying out A/D conversion of the output of the inlet-pipe temperature sensor 6 as processing of the gas-temperature calculation section 27 of inhalation of air.

[0060] When it progresses to step S80, A/D conversion of the output of the inhalation air content sensor 8 is carried out and the throttle passage air-flow-rate measurement value Q_{ave} is computed, as processing of the throttle passage air-flow-rate calculation section 29 next, at step S90 As processing of the air-fuel ratio calculation section 28, an air-fuel ratio λ is computed by carrying out A/D conversion of the output of the air-fuel ratio sensor 7. At step S100 An engine speed Ne is computed from the elapsed time of 180-degreeCA computed by the crank angle interruption routine of drawing 6 mentioned later as processing of the engine-speed calculation section 24, and it progresses to step S110.

[0061] At step S110, the fuel, inhalation of air, and EGR control manipulation routine of drawing 5 are performed as processing of a fuel, inhalation of air, and the EGR control section 30, and basic fuel-oil-consumption Gf^* , the throttle actuator indicated value S_a , and the EGR valve indicated value Se are computed on the basis of the target engine torque Te_i .

[0062] It progresses to step S120. Then, as processing of the injection pulse period calculation section 40 Various correction terms and a reactive component are added and basic fuel-oil-consumption Gf^* computed at the above-mentioned step S100 is converted into injection pulse period T_{out} . As processing of the fuel-injection-timing setting section 41 When fuel injection timing T_{inj} is set up with reference to the map which uses an engine speed Ne and the target engine torque Te_i as a grid, at step S130 Ignition timing T_{ig} is set up with reference to the map which uses an engine speed Ne and the target engine torque Te_i as a grid as processing of the ignition timing setting section 43, and it escapes from a routine.

[0063] Next, the fuel, inhalation of air, and EGR control manipulation routine in the above-mentioned step S110 are explained based on drawing 5 . In this routine, with reference to the map which uses an engine speed Ne and accelerator opening S as a grid as processing of the target set torque section 31, the target engine torque Te_i is set up at step S150, and the inhalation-of-air system multiplier calculation section 33 is processed at step S160.

[0064] In this inhalation-of-air system multiplier calculation processing, volumetric-efficiency η_{av} is first set up based on an engine speed N_e and the manifold total pressure P_m . The inhalation-of-air system multipliers a , b_a , and b_e by the above-mentioned (7) - (9) type and the inhalation-of-air system multipliers c_a , c_e , and d by the following (11) - (13) types are computed by engine-speed N_e , gas-temperature T_m within inhalation of air, volumetric-efficiency η_{av} , and the inhalation-of-air system constants V_m , V_s , L , R_a , and R_e .

$ca=a/ba=(V_s/(R_a-T_m)) \cdot \eta_{av} \cdot (N_e-L/120)$ -- (11) $ce=a/be=(V_s/(R_e-T_m)) \cdot \eta_{av} \cdot (N_e-L/120)$ -- (12) $d=(V_s/(R_a-T_m)) \cdot \eta_{av}$ -- (13) [0065] As processing of the 1st load and combustion-control manager 32, based on an engine speed N_e and the target engine torque T_{ei} , the basic fuel-oil-consumption initial value G_{fi} , the EGR set point EGR_{Si} , and the equivalent ratio set point f_{ai} in a cylinder are set up by refer to the map, respectively, and processing by the inhalation-of-air control manager 34 is performed at step S180 in continuing step S170.

[0066] In processing by the inhalation-of-air control manager 34, the equivalent ratio estimate f_{ai} which presumed the equivalent ratio of the EGR gas in EGR valve 14 inlet port from the equivalent ratio set point f_{ai} in a cylinder set up previously first is calculated. By and the following (15) - (17) types from the equivalent ratio estimate f_{ai} , the equivalent ratio set point f_{ai} , the basic fuel-oil-consumption initial value G_{fi} , the EGR set point EGR_{Si} , the inhalation-of-air system multiplier d , and theoretical air fuel ratio $ABFT$ Air active principle partial pressure desired value initial value P_{mo}^*i , EGR gas active principle partial pressure desired value initial value P_{mee}^*i , Manifold total pressure desired value initial value P_m^*i is computed, and the ratio of the equivalent ratio estimate f_{ai} and the equivalent ratio set point f_{ai} by the following (18) types is computed as an equivalent ratio multiplier r_{fai} .

$P_{mo}^*i = (1/d) \cdot G_{fi}$, and $ABFT/f_{ai}$ -- (15) $P_{mee}^*i=EGR_{Si}/(1-EGR_{Si}) \cdot (R_e/R_a) \cdot P_{mo}^*i$ -- (16) $P_m^*i = P_{mo}^*i+P_{mee}^*i$ -- (17) $r_{fai} = f_{ai}/f_{ai}$ -- (18) [0067] Although the above-mentioned equivalent ratio estimate f_{ai} can acquire the precision which was most excellent in using the equivalent ratio calculation value computed from the actual air-fuel ratio λ when the air-fuel ratio sensor 7 is a broader-based mold air-fuel ratio sensor As shown in the following (19) types, in consideration of the transportation lag time amount of the combustion gas which occurs for piping of EGR etc., the equivalent ratio estimate f_{ai} may be computed by the first-order lag of the equivalent ratio set point f_{ai} with a weighted average from the equivalent ratio set point f_{ai} in front of k control period $(-k)$.

$f_{ai} = (1-q) \cdot f_{ai}(-1) + q \cdot f_{ai}(-k)$ -- (19), however q : Weighted average multiplier [0068] Although it is good also as a constant which set up the weighted average multiplier q beforehand when calculating the equivalent ratio estimate f_{ai} by the weighted average by the above-mentioned (19) formula, strictly Since the transportation lag time amount of combustion gas changes with service conditions, so that first-order lag can be set up the optimal by the service condition The weighted average multiplier q is set up from the manifold total pressure P_m , and, as for the equivalent ratio set point f_{ai} in front of k control period $(-k)$, it is desirable to consider as the value in front of k period equivalent to the dead time set up with an engine speed N_e and the manifold total pressure P_m . In addition, in simple, as shown in the following (20) types, the equivalent ratio set point f_{ai} may be set up as equivalent ratio estimate f_{ai} as it is.

$f_{ai}=f_{ai}$ -- (20) [0069] Then, it progresses to step S190 and the feedback multipliers f_1 , f_2 , h_1 , h_2 , g_1 , and g_2 shown by the following (21) - (26) formulas with the inhalation-of-air system multipliers b_a , b_e , c_a , and c_e and the equivalent ratio multiplier r_{fai} are computed as processing of the control-factor calculation section 35.

$f_1=(1/(b_a-dt)) \cdot n$ -- (21) $f_2=(1/(f_{rfai}-b_e-dt)) \cdot n$ -- (22) $h_1=c_a$ -- (23) $h_2=c_e/r_{fai}$ -- (24) $g_1=m/N_e$ -- (25)

$g_2=m/N_e$ -- (26), however dt :control period n : Weighting factor ($0 < n < 1$)

m : integral control multiplier ($m \geq 0$)

[0070] Subsequently, according to the inhalation-of-air system model which progressed to step S200 and was mentioned above, the F/B control section 36 which computes the throttle passage air-flow-rate set point Q_a and the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e is processed. In this processing, first, in order to presume each time amount variation of an air active principle partial pressure and an EGR gas active principle partial pressure, according to an inhalation-of-air system model, the new mind partial pressure model value P_{fa} for inhalation air is computed by the throttle passage air flow rate which computed the air excess-and-deficiency component partial pressure model value P_{fea} of EGR gas, and the EGR gas active principle partial pressure model value P_{fee} based on the equivalent ratio multiplier r_{fai} , and was actually measured.

[0071] And the sum of the air excess-and-deficiency component partial pressure model value P_{fea} of EGR gas and the new mind partial pressure model value P_{fa} is computed as air active principle partial pressure

estimate P_{mo} , and the value which subtracted the air active principle partial pressure estimate P_{mo} from the manifold total pressure P_m is computed as EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} in order to make total of each partial pressure model values P_{fea} , P_{fee} , and P_{fa} in agreement with the manifold total pressure P_m which is the actual measurement of the pressure-of-induction-pipe force.

[0072] That is, while raising the presumed precision of an EGR gas active principle partial pressure by using the equivalent ratio multiplier r_{fai} , the model error for EGR is corrected by making total of each partial pressure in agreement with the manifold total pressure P_m , without correcting the new mind partial pressure model value P_{fa} calculated from the actual inhalation air content, the effect of an intake-air temperature, an atmospheric pressure, valve clearance, etc. is eliminated, and the presumed precision of an air active principle partial pressure is raised.

[0073] The deflection of the EGR gas active principle partial pressure desired value initial value P_{mee}^*i and the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} which were computed by processing by the above-mentioned inhalation-of-air control manager 34 is fed back, and the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e is calculated. Subsequently, further The deflection of the air active principle partial pressure desired value initial value P_{mo}^*i and the air active principle partial pressure estimate P_{mo} which were computed by processing by the above-mentioned inhalation-of-air control manager 34 is similarly fed back using this EGR valve passage quantity of gas flow Q_e , and it asks for throttle passage air flow Q_a .

[0074] Specifically the air excess-and-deficiency component partial pressure model value P_{fea} of EGR gas, and the EGR gas active principle partial pressure model value P_{fee} The inhalation-of-air system multipliers a , b_a , and b_e , the equivalent ratio multiplier r_{fai} , the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e (-1) in front of 1 control period, The air excess-and-deficiency component partial pressure model value P_{fea} of the EGR gas in front of 1 control period (-1) It is computed by the following (27) and (28) types using the EGR gas active principle partial pressure model value P_{fee} in front of 1 control period (-1). Moreover, the new mind partial pressure model value P_{fa} of inhalation air It is computed by the following (29) types using the throttle passage air-flow-rate measurement value Q_{ave} actually measured by the inhalation air content sensor 8.

$P_{fea} = (1-a-dt)$, $P_{fea}(-1) + (1-a-dt)$, $P_{fa}(-1) + (b_a-dt)$, and $Q_{ave} (b_a-dt) - (1-r_{fai}) - Q_e(-1) -- (27)$ $P_{fee} = (1-a-dt)$ and $P_{fee}(-1) + (b_e-dt) - r_{fai} - Q_e(-1) -- (28)$ $P_{fa} -- (29)$ [0075] Next, using the new mind partial pressure model value P_{fa} computed by the air excess-and-deficiency component partial pressure model value P_{fea} of the EGR gas computed above (27), and the above-mentioned (29) formula, the air active principle partial pressure estimate P_{mo} is computed by the following (30) types, and the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} is further computed by the following (31) types from this air active principle partial pressure estimate P_{mo} and the manifold total pressure P_m measured by the pressure-of-induction-pipe force sensor 5.

$P_{mo} = P_{fa} + P_{fea} -- (30)$ $P_{mee} = P_m - P_{mo} -- (31)$ [0076] in addition -- air -- an active principle -- a partial pressure -- estimate -- P_{mo} -- a manifold -- total pressure -- P_m -- from -- new -- mind -- a partial pressure -- a model -- a value -- P_{fa} -- having subtracted -- EGR gas -- a partial pressure -- EGR gas -- air -- excess and deficiency -- a component -- a partial pressure -- a model -- a value -- P_{fea} -- EGR gas -- an active principle -- a partial pressure -- a model -- a value -- P_{fee} -- the sum -- ***** -- leading -- having -- EGR gas -- a partial pressure -- a ratio -- EGR gas -- air -- excess and deficiency -- a component -- a partial pressure -- a model -- a value -- P_{fea} -- having corrected -- the following -- (-- 32 --) -- a formula -- you may compute . $P_{mo} = P_{fa} + P_{fea}$ and $(P_m - P_{fa}) / (P_{fea} + P_{fee}) --$ When EGR is not carried out by (32), however $= (P_{fea} + P_{fee}) 0$, it is $= (P_m - P_{fa}) 0$ and considers as $P_{mo} = P_{fa}$.

[0077] And according to the deflection of the desired value of an EGR gas active principle partial pressure, and estimate, the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} is computed by the following (33) types using EGR gas active principle partial pressure desired value initial value P_{mee}^*i , the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} , and the feedback multipliers f_2 , h_2 , and g_2 .

$Q_{ei} = h_2 \text{ and } P_{mee} + f_2 - (P_{mee}^*i - P_{mee}) -- (33)$ [0078] For a certain reason, that it is not necessarily an implementation possible value also saturates the range of the following (34) types (range below or more 0 maximum-stream-flow (Q_e) max), it is made into a controllable (implementation is possible) flow rate, and, as for the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} computed by the above-mentioned (33) formula, makes this flow rate the final EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e .

$0 \leq Q_e \leq (Q_e) \text{ max} -- (34)$ [0079] In this case, although the above-mentioned maximum EGR valve passage quantity-of-gas-flow (Q_e) max is good also as a constant for which it asked by experiment etc. beforehand, since a controllable EGR valve passage quantity of gas flow is dependent on the manifold total pressure P_m , it can realize exact F/B control by using the value set up by refer to the map etc. based on the manifold total

pressure P_m .

[0080] When controlling an EGR valve passage quantity of gas flow, furthermore, a controllable flow rate (it can be made to change) Since it is restricted by the manifold total pressure P_m and the EGR valve passage quantity of gas flow Q_e (-1) in front of 1 control period, The maximum EGR valve passage quantity-of-gas-flow variation (ΔQ_e) max is set up from the EGR valve indicated value S_e in front of the manifold total pressure P_m and 1 control period (-1). By using maximum EGR valve passage quantity-of-gas-flow (Q_e) max computed by the following (35) formulas with this maximum EGR valve passage quantity-of-gas-flow variation (ΔQ_e) max and the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e (-1) in front of 1 control period More exact F/B control is realizable.

$(Q_e)_{\max} = Q_e(-1) + (\Delta Q_e)_{\max}$ -- (35) [0081] Then, according to the following (36) types, the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} is computed using the above-mentioned EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e with the air active principle partial pressure estimate P_{mo} , air active principle partial pressure desired value initial value P_{mo}^*i , the equivalent ratio multiplier r_{fai} , and the feedback multipliers f_1 , h_1 , and g_1 . And the computed throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} is saturated in the range of the following (37) types (range below or more 0 maximum-stream-flow (Q_a) max), and the throttle passage air-flow-rate set point Q_a is defined.

$Q_{ai} = h_1, P_{mo} + f_1$ and $(P_{mo}^*i - P_{mo}) - (1 - r_{fai}), Q_e$ -- (36) $0 \leq Q_a \leq (Q_a)_{\max}$ -- (37) [0082] Also in this case, like the case of the above-mentioned maximum EGR valve passage quantity-of-gas-flow (Q_e) max, the above-mentioned maximum throttle passage air-flow-rate (Q_a) max is good also as a constant set up beforehand, and the value set up by refer to the map etc. based on the manifold total pressure P_m in consideration of the controllable flow rate may be used for it. Furthermore, the maximum throttle passage air-flow-rate variation (ΔQ_a) max may be set up with the manifold total pressure P_m and the throttle actuator indicated value S_a (-1) in front of 1 control period, and maximum throttle passage air-flow-rate (Q_a) max computed by the following (38) formulas with this maximum throttle passage air-flow-rate variation (ΔQ_a) max and the throttle passage air-flow-rate set point Q_a (-1) in front of 1 control period may be used.

$(Q_a)_{\max} = Q_a(-1) + (\Delta Q_a)_{\max}$ -- (38) [0083] By the above, if processing of the F/B control section 36 in the above-mentioned step S200 ends, it will progress to step S210 next, and based on throttle passage air flow Q_a and the manifold total pressure P_m which were computed at the above-mentioned step S200, the throttle actuator indicated value S_a is computed by refer to the map as processing of the ETC directions section 37. Furthermore, as processing of the EGR directions section 38, based on the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e and the manifold total pressure P_m which were computed at the above-mentioned step S200, the EGR valve indicated value S_e is computed by refer to the map, and it progresses to step S230 at step S220.

[0084] At step S230, basic fuel-oil-consumption G_f^* final as processing of the 2nd load and combustion-control manager 32a is set up, and it escapes from a routine. As shown in the following (39) types, the basic fuel-oil-consumption initial value G_{fi} can be used for it as it is, this final basic fuel-oil-consumption G_f^* is good also as control of fuel priority, and the engine torque which avoided the control delay of the fuel quantity by the detection delay of air, and followed accelerator actuation of an operator can be generated, and it can improve the responsibility over an operator's demand output.

$G_f^* = G_{fi}$ -- (39) [0085] Moreover, since delay may generate [as opposed to / in fact / a control-objectives value] the response of the pressure-of-induction-pipe force in this case, as it is shown in the following (40) types using the air active principle partial pressure estimate P_{mo} , the equivalent ratio set point f_{ai} , the inhalation-of-air system multiplier d , and theoretical air fuel ratio $ABFT$, according to the realistic pressure-of-induction-pipe force, basic fuel-oil-consumption G_f^* final in D-JETRO may be computed, and the Air Fuel Ratio Control nature of a transient can be improved.

$G_f^* = d \cdot P_{mo} \cdot f_{ai} / ABFT$ -- As opposed to the fixed manipulation routine more than (40) in the crank angle interruption routine of drawing 6 First, according to the number of the gas column distinction pulses from the gas column distinction sensor 3 generated between the crank pulses from the crank angle sensor 2, a current gas column is distinguished as processing by the gas column distinction section 21 at step S300. Furthermore, processing distinguish a gas column after [whose] following the number of the crank pulses generated succeedingly is performed, and distinction processing is performed [whenever / crank angle] at step S310 whenever [by the judgment section 22 / crank angle].

[0086] As shown in drawing 8, with this gestalt, a crank pulse is outputted from the crank angle sensor 2 for every BTDC97° of each gas column, 65 degree, and 10-degreeCA. From a gas column distinction sensor Between BTDC97° of a 3 cylinder, and BTDC10° of # 1 cylinder which is a front ignition gas column, #

Three gas column distinction pulses, # One gas column distinction pulse is outputted between BTDC97" of two gas column distinction pulses, #1, and # 2 cylinder, and BTDC10" of a front ignition gas column between BTDC97" of a 4-cylinder, and BTDC10" of # 2 cylinder which is a front ignition gas column.

[0087] Therefore, the crank pulse whenever the gas column distinction pulse was inputted, after counting the pulse number and inputting three gas column distinction pulses The crank pulse of BTDC97" of a 3 cylinder, and the crank pulse after two gas column distinction pulses were inputted # The crank pulse of BTDC97" of # 4-cylinder, The crank pulse after one gas column distinction pulse was inputted is a BTDC97" crank pulse of # 1 cylinder or # 2 cylinder, and if pre- gas column distinction is # 4-cylinder and # 1 cylinder and pre- gas column distinction are # 3 cylinders, it will be distinguished from # 2 cylinder. [0088] Moreover, the crank location of BTDC65" and BTDC10" is judged with the pulse number from the crank pulse of BTDC97", the crank pulse of BTDC97" of # 1 cylinder is set to 0 (criteria location), whenever a crank pulse is inputted, it carries out sequential count-up with 1, 2, 3, and --, and it distinguishes a crank location according to the counted value from a criteria location.

[0089] At continuing step S320, whenever [crank angle] as processing of the pulse recurrence-interval time amount calculation section 23 the elapsed time to this crank pulse interruption generating from the last crank interruption generating -- that is The elapsed time to this crank pulse input from the last crank pulse input is clocked. The elapsed time for 93 degrees whenever [from MT93 and the crank pulse input of BTDC97" to the crank pulse input of BTDC65" / crank angle] the elapsed time for 32 degrees [whenever / crank angle / from the crank pulse input of BTDC10" to the crank pulse input of BTDC97"] It stores in memory by setting elapsed time for 55 degrees to MT55 whenever [from MT32 and the crank pulse input of BTDC65" to the crank pulse input of BTDC10" / crank angle]. The sum total of each elapsed time MT93, MT32, and MT55 is used for calculation of an engine speed Ne as elapsed time of 180-degreeCA.

[0090] At step S330, processing of the fuel-injection-timing setting section 41 and the ignition timing setting section 43 is performed, and fuel injection timing and ignition timing are determined. That is, while converting into injection timing the fuel injection timing Tinj set up by the fixed manipulation routine from the specific crank angle defined beforehand, the ignition timing Tig similarly set up by the fixed manipulation routine is converted into ignition timing from the specific crank angle defined beforehand.

[0091] At step S340, when it is interruption of whenever [specific crank angle / which this crank angle interruption defined beforehand as processing of the injection pulse generating section 42], an injection pulse generating timer is set. Further and at step S350 As processing of the ignition signal generator 44, similarly, when it is interruption of whenever [specific crank angle / which this crank angle interruption defined beforehand], an ignition pulse generating timer is set and it escapes from a routine. Consequently, an injection pulse is outputted to an injector 10 from an injection pulse generating timer to the injection timing determined at the above-mentioned step S330, a fuel is injected, an ignition pulse is outputted to an ignition coil 11 from an ignition pulse generating timer by the ignition timing determined at the above-mentioned step S330, and ignition by the ignition plug 12 is performed.

[0092] By the above, inhalation-of-air control and EGR control are performed to the fuel oil consumption corresponding to a target engine torque, presuming an air active principle and an EGR gas active principle. The inhalation air at the time of being filled up with the inlet-pipe volume of a throttle-valve lower stream of a river, and the response delay of EGR gas, The effect of responsibility which compensates the hard response delay of a throttle system and an EGR system, and is different by the throttle system and the EGR system is removable. By furthermore, the thing for which feedback to the actual inhalation air content produced as an actuation result of a throttle system is performed The flow rate change by change of the flow rate deflection by the variation between the individuals of a throttle valve, and the opening area by the temperature change of a throttle valve, The flow rate change by the bulb contamination produced with the blow-by gas of a throttle valve etc. can be avoided beforehand, control responsibility can be improved, and the flattery nature to accelerator actuation can be improved.

[0093] That is, while being able to realize optimization of fuel oil consumption, optimization of an inhalation air content, and optimization of the amount of EGR(s) and being able to aim at improvement in an operation feeling, and reduction of exhaust gas emission according to actuation of an operator by performing synthetically fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control, the controllabilities in an extensive air-fuel ratio not only including a SUTOIKIO field but the Lean field can be improved, and free Air Fuel Ratio Control according to a service condition can be realized.

[0094] With respect to the 2nd gestalt of operation of this invention, drawing 9 is the block diagram of a fuel, inhalation of air, and an EGR control section, and drawing 10 of drawing 9 and drawing 10 is the flow chart of a fuel, inhalation of air, and an EGR control manipulation routine.

[0095] As this gestalt is shown in drawing 9 to the 1st above-mentioned gestalt, it sets to a fuel, inhalation of air, and the EGR control section 30. While changing the F/B control section 36 of the 1st gestalt, and the contents of processing of the 2nd load and combustion-control manager 32a a little and being referred to as F/B control-section 36A, and the 2nd load and combustion-control manager 32b, respectively 2nd inhalation-of-air control manager 34a is added for the inhalation-of-air manager 34 of the 1st gestalt to this 1st inhalation-of-air control manager 34 as 1st inhalation-of-air manager 34.

[0096] Namely, with this gestalt, it sets to 2nd inhalation-of-air control manager 34a. EGR gas active principle partial pressure forecast P_{mee}^* which is the theoretical pressure response forecast of an EGR gas active principle partial pressure, and air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* which is the theoretical pressure response forecast of an air active principle partial pressure are computed. By F/B control-section 36A In case the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} is computed, the time quadrature value of the error of EGR gas active principle partial pressure forecast P_{mee}^* and the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} is used. Moreover, in case the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} is computed, he is trying to use the time quadrature value of the error of air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* and the air active principle partial pressure estimate P_{mo} . Furthermore, final basic fuel-oil-consumption G_f^* is computed by the 2nd load and combustion-control manager 32b using air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* .

[0097] With this gestalt, to the fuel, inhalation of air, and EGR control manipulation routine of the 1st gestalt shown in drawing 5, as shown in drawing 10 While changing the contents of the processing in step S200 into processing by F/B control-section 36A from processing by the F/B control section 36 The contents of the processing in step S230 are changed into processing by the 2nd load and combustion-control manager 32b from processing by the 2nd load and combustion-control manager 32a. Between the EGR valve indicated-value calculation processing by the EGR directions section 38 of step S220, and the final calculation processing of basic fuel oil consumption by the 2nd load and combustion-control manager 32b of step S230, step S225 which processes 2nd inhalation-of-air control manager 34a is inserted.

[0098] In processing by F/B control-section 36A of step S200 Although the air active principle partial pressure estimate P_{mo} and the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} are computed and the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} and the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} are computed after that like the 1st gestalt Under the present circumstances, to the 1st gestalt, as shown in the following (41) and (42) types, the time quadrature value I_{mee} of the EGR gas active principle partial pressure error in front of 1 control period (-1) and the time quadrature value I_{mo} (-1) of an air active principle partial pressure error are applied, respectively.

$Q_{ei}=h_2$, $P_{mee}=f_2$, and $(P_{mee}^*i-P_{mee}) + g_2$ and $I_{mee}(-1) -- (41)$ $Q_{ai}=h_1$, $P_{mo}=f_1$, and $(P_{mo}^*i-P_{mo}) - (1-r_{fai}) - Q_{e}+g_1$, $I_{mo}(-1) -- (42)$ Above (41), (42) Like the 1st gestalt, the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} computed by the formula and the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} saturate the range of the maximum stream flow from 0, and are taken as the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e and the throttle passage air-flow-rate set point Q_a .

[0099] On the other hand by processing by 2nd inhalation-of-air control manager 34a in step S225 First, the air active principle partial pressure estimate P_{mo} , the throttle passage air-flow-rate set point Q_a , With the time quadrature value $I_{mo}(-1)$ and the feedback multipliers f_1 , h_1 , and g_1 of an air active principle partial pressure error in front of the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e , the equivalent ratio multiplier r_{fai} , and 1 control period Air active principle partial pressure target correction value P_{moh}^* which is the pressure desired value equivalent to the set-up throttle passage air flow rate is computed by the following (43) types.

$P_{moh}^*=(1/f_1) - (Q_a + (1-r_{fai}), Q_e + (f_1-h_1) \text{ and } P_{mo}-g_1, I_{mo}(-1)) -- (43)$ [0100] Furthermore, EGR gas active principle partial pressure target correction value P_{meeh}^* which is the pressure desired value which is equivalent to the set-up EGR valve passage quantity of gas flow with the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} , the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e , the time quadrature value I_{mee} of the EGR gas active principle partial pressure error in front of 1 control period (-1), and the feedback multipliers f_2 , h_2 , and g_2 is computed by the following (44) types.

$P_{meeh}^*=(1/f_2) - (Q_e + (f_2-h_2), P_{mee}-g_2, \text{ and } I_{mee}(-1)) -- (44)$ [0101] Subsequently, air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* is computed by the following (45) types using air active principle partial pressure target correction value P_{moh}^* , air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* in front of 1 control period (-1), the feedback multiplier f_1 , and the inhalation-of-air system multiplier ba .

$P_{mo}^*=(1-f_1 \text{ and } ba-dt) \text{ and } P_{mo}^*(-1) + (f_1 \text{ and } ba-dt) - P_{moh}^* -- (45)$ [0102] Moreover, EGR gas active principle partial pressure forecast P_{mee}^* is computed by the following (46) types using EGR gas active

principle partial pressure target correction value P_{meeh}^* , EGR gas active principle partial pressure forecast P_{mee}^* in front of 1 control period (-1), the equivalent ratio estimate f_{ai} , the feedback multiplier f_2 , and the inhalation-of-air system multiplier b_e .

$P_{mee}^* = (1 - f_2 \text{ and } r_{fai} - b_e - dt) \text{ and } P_{mee}^* (-1) + (f_2 \text{ and } r_{fai} - b_e - dt) - P_{meeh}^* \text{ -- (46) [0103]}$ And while computing the time quadrature value I_{mo} of the error of air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* and the air active principle partial pressure estimate P_{mo} by the following (47) types, the time quadrature value I_{mee} of the error of EGR gas active principle partial pressure forecast P_{mee}^* and the EGR gas active principle partial pressure estimate P_{mee} is computed by the following (48) types.

$I_{mo} = I_{mo}(-1) + (P_{mo}^* - P_{mo}), dt \text{ -- (47)}$ $I_{mee} = I_{mee}(-1) + (P_{mee}^* - P_{mee}), dt \text{ -- (48) [0104]}$ In simple, air active principle partial pressure target correction value P_{moh}^* by the above-mentioned (43) formula and EGR gas active principle partial pressure target correction value P_{meeh}^* by the above-mentioned (44) formula can mitigate the count load of CPU greatly, although it is also possible to consider as air active principle partial pressure desired value initial value P_{mo}^*i and EGR gas active principle partial pressure desired value initial value P_{mee}^*i and control precision falls a little, respectively, as shown in the following (49) and (50) types.

$P_{moh}^* = P_{mo}^*i \text{ -- (49)}$ $P_{meeh}^* = P_{mee}^*i \text{ -- (50) [0105]}$ In processing by F/B control-section 36A In this case, the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} , When saturating the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} in the range of the maximum stream flow from 0, respectively, Respond to the size relation between a initial value and the maximum stream flow, set / clear the saturation flags E and A, respectively, and by processing by 2nd inhalation-of-air control manager 34a It may be made to set up the time quadrature value I_{mo} of an air active principle partial pressure error, and the time quadrature value I_{mee} of an EGR gas active principle partial pressure error according to the value of each saturation flag, and a count load is mitigable, securing control precision to some extent.

[0106] That is, when the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} and the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e are equal, the saturation flag E is cleared, and when the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} differs from the EGR valve passage quantity-of-gas-flow set point Q_e , the saturation flag E is set. Moreover, when the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} and the throttle passage air-flow-rate set point Q_a are equal, the saturation flag A is cleared, and when the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} differs from the throttle passage air-flow-rate set point Q_a , the saturation flag A is set.

[0107] And when both the saturation flags A and E are cleared, the time quadrature value I_{mo} of an air active principle partial pressure error is computed by the above-mentioned (47) formula, and when either of the saturation flags A and E is set, as shown in the following (51) types, let the time quadrature value I_{mo} of an air active principle partial pressure error be a value in front of 1 control period. Moreover, when the saturation flag E is cleared, the time quadrature value I_{mee} of an EGR gas active principle partial pressure error is computed by the above-mentioned (48) formula, and when the saturation flag E is set, as shown in the following (52) types, let the time quadrature value I_{mee} of an EGR gas active principle partial pressure error be a value in front of 1 control period.

$I_{mo} = I_{mo}(-1) \text{ -- (51)}$ $I_{mee} = I_{mee}(-1) \text{ -- (52) [0108]}$ Moreover, in processing by the 2nd load and combustion-control manager 32b of step S230, final basic fuel-oil-consumption G_f^* is computed from the basic fuel-oil-consumption initial value G_{fi} according to the following (53) types using air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* computed by 2nd inhalation-of-air control manager 34a, the equivalent ratio set point f_{ai} , the inhalation-of-air system multiplier d , and theoretical air fuel ratio ABFT.

$G_f^* = d - P_{mo}^* \text{ and } f_{ai} / ABFT \text{ -- (53) [0109]}$ Although it is also possible to adopt processing by the 2nd load and combustion-control manager 32a of the 1st gestalt about calculation processing of this final basic fuel-oil-consumption G_f^* , without using air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* by the 2nd load and combustion-control manager 32b of this gestalt Like this gestalt by predicting theoretically the response value of the pressure-of-induction-pipe force over the current amount of control operation using air active principle partial pressure forecast P_{mo}^* According to the hard delay of a throttle system or an EGR system of operation, or the delay of processing computation time, the delay produced in an actual inhalation-of-air system is avoided, the effect of pulsation etc. can be removed, the flattery nature to a transitional change of an air content can be improved, and highly precise control of air-fuel ratio priority can be realized.

[0110] Moreover, with this gestalt, since the EGR valve passage quantity-of-gas-flow initial value Q_{ei} and the throttle passage air-flow-rate initial value Q_{ai} are computed using the integral values I_{mee} and I_{mo} of a control error in case feedback to the actual inhalation air content produced as an actuation result of a throttle system is performed to the 1st above-mentioned gestalt, the flattery nature of desired value to disturbance

can improve, and F/B control precision can be improved.

[0111]

[Effect of the Invention] As opposed to the fuel oil consumption corresponding to the desired value of the parameter corresponding to engine output states, such as a target engine torque, according to [as explained above] this invention In order to perform feedback to the actual inhalation air content which performs inhalation-of-air control and EGR control, and is produced as an actuation result of a throttle system, presuming an air active principle and an EGR active principle, While compensating the hard response delay of the inhalation air at the time of being filled up with the inlet-pipe volume of a throttle-valve lower stream of a river and the response delay of EGR gas, a throttle system, and an EGR system The flow rate deflection remove the effect of responsibility which is different by the throttle system and the EGR system, and according to the variation between the individuals of a throttle valve, The flow rate change by the bulb contamination produced with the blow-by gas of the flow rate change by change of the opening area by the temperature change of a throttle valve and a throttle valve etc. is beforehand avoidable.

[0112] That is, according to actuation of an operator, fuel-injection control, inhalation-of-air control, and EGR control can be performed synthetically, optimization of fuel oil consumption, optimization of an inhalation air content, and optimization of the amount of EGR(s) can be realized, control responsibility is improved, the flattery nature to accelerator actuation is improved, and the effectiveness excelled -- improvement in an operation feeling and reduction of exhaust gas emission can be planned -- is acquired.

[Translation done.]

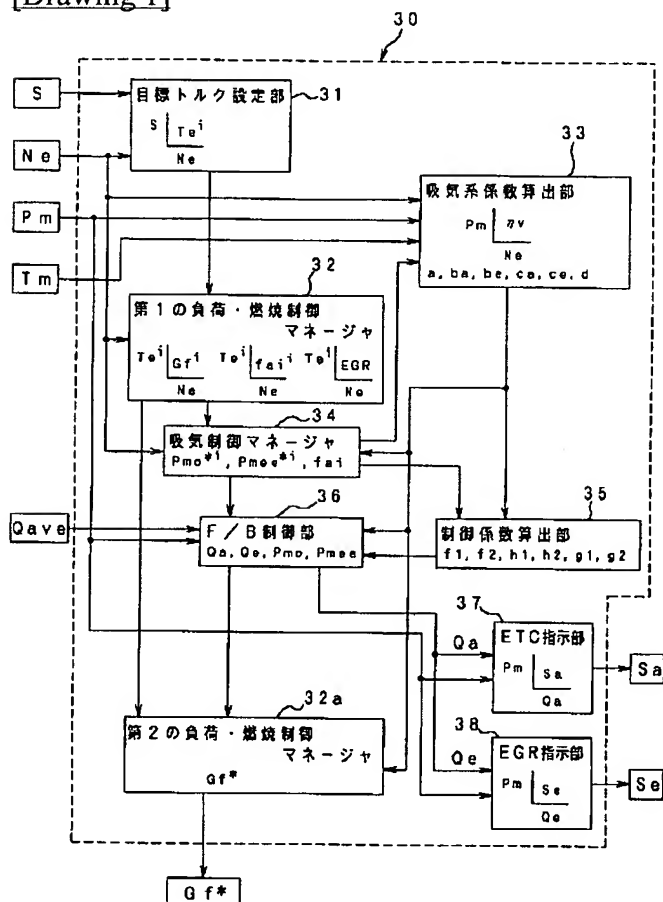
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

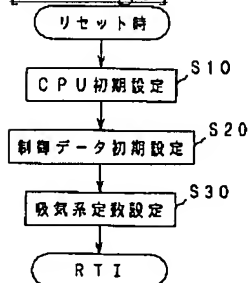
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

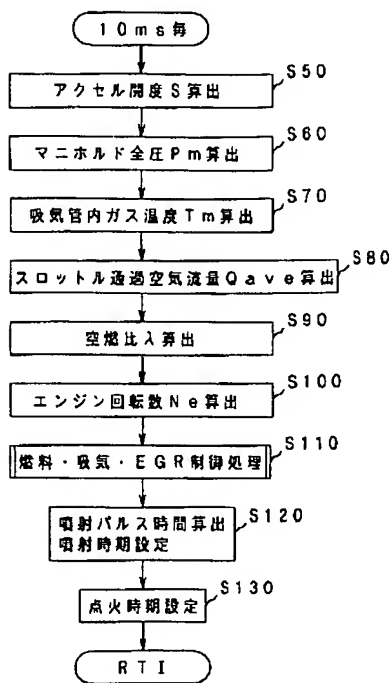
[Drawing 1]



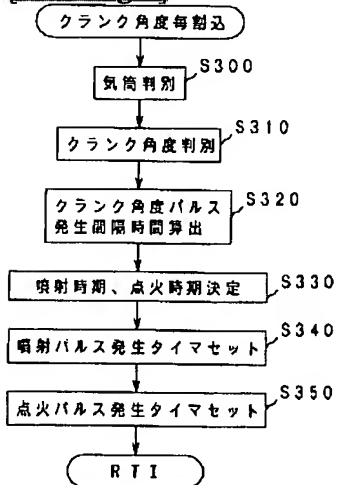
[Drawing 3]



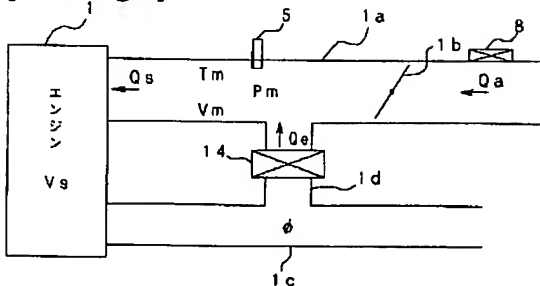
[Drawing 4]



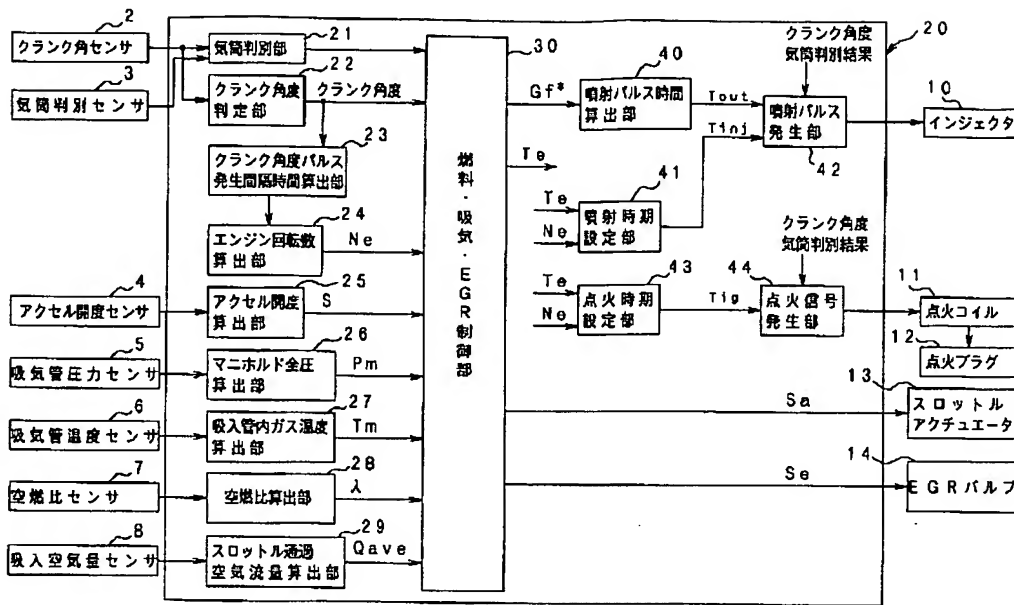
[Drawing 6]



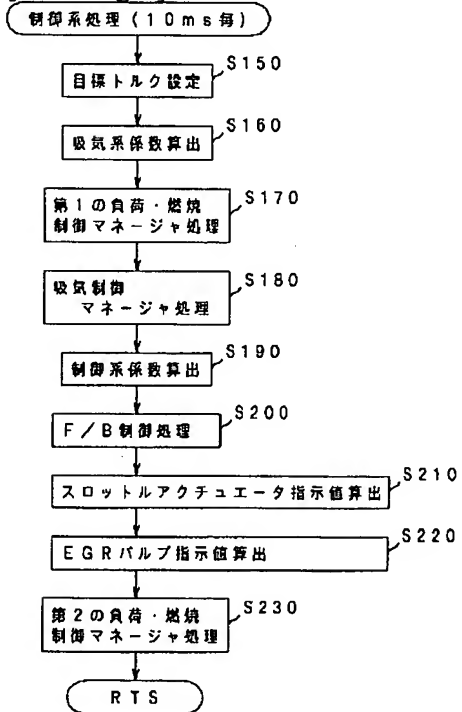
[Drawing 7]



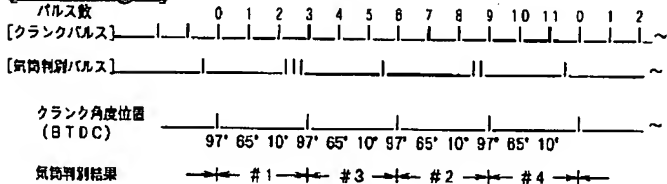
[Drawing 2]



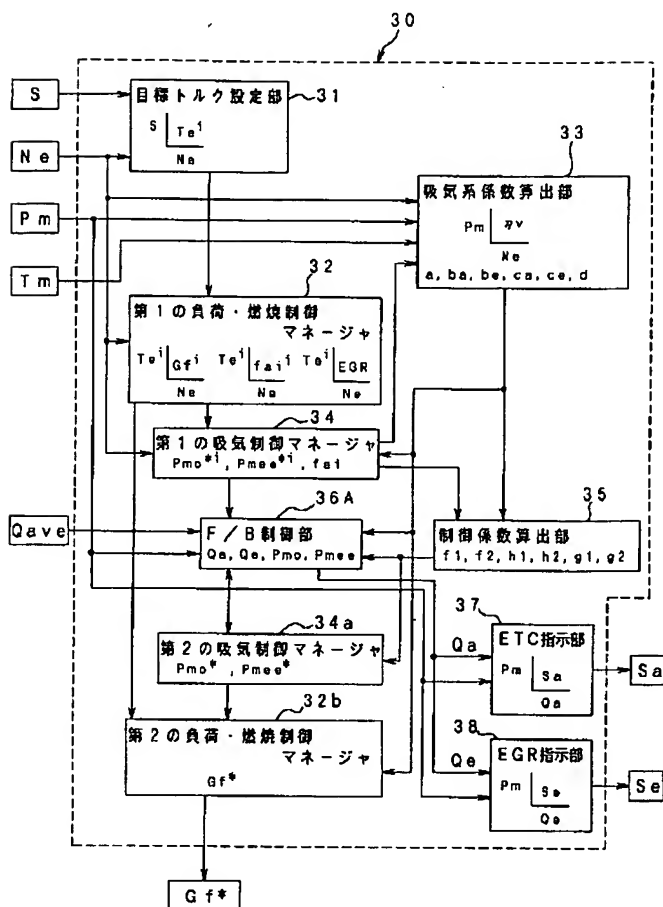
[Drawing 5]



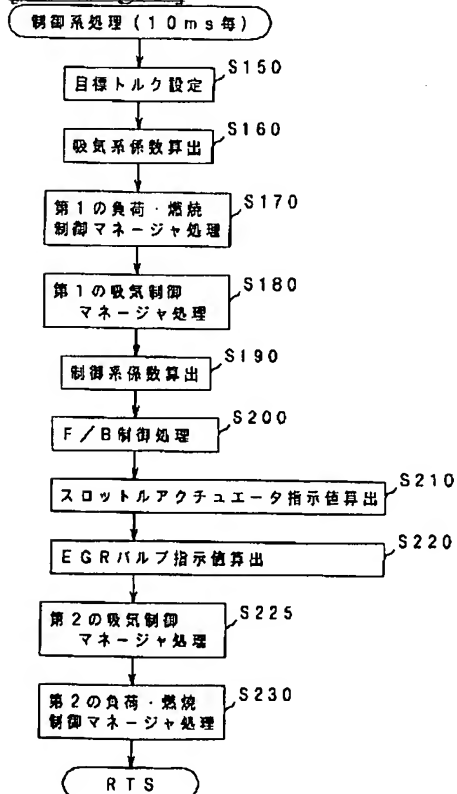
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

F I		
F 0 2 D	41/04	3 1 0 A
		3 0 5 C
		3 3 0 C
	9/02	S
	21/08	3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全 16 頁) 最終頁に続く

(71)出願人 000005348

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72)発明者 松浦 崇

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
重工業株式会社内

(72)発明者 羽倉 信宏

東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

(72)発明者 難波 篤史

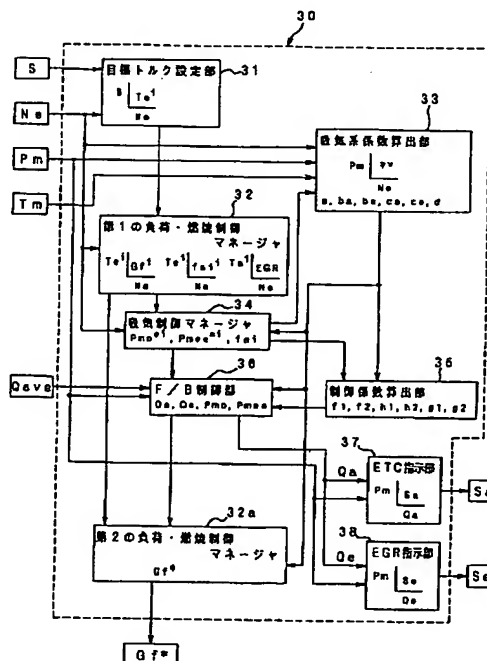
東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所内

(74)代理人 弁理士 伊藤 進

最終頁に続く

(57)【要約】

【解決手段】 エンジントルク等の目標値を制御基準量として、吸気系モデルに従い、EGRガス有効成分分圧の推定値と制御目標値との偏差に基づいてEGRガス流量の設定値を算出するとともに、空気有効成分分圧の推定値と制御目標値との偏差、及び、EGRガス中の空気過不足成分に基づいてスロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する。そして、EGRガス流量の設定値と吸気管圧力とに基づいてEGR量を調節するアクチュエータの操作量を算出するとともに、スロットルバルブを通過する空気流量の設定値と吸気管圧力とに基づいてスロットル開度を調節するアクチュエータの操作量を算出し、燃料を噴射するインジェクタに対する操作量を算出するための最終的な基本燃料噴射量を設定し、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 運転者の操作に応じて燃料噴射量およびスロットル開度を可変制御するエンジンの制御装置において、

エンジン回転数とアクセル開度とからエンジン出力状態に応じたパラメータの目標値を設定する手段と、上記目標値に基づいて、基本燃料噴射量、EGR率、及び、シリンダ内当量比を、それぞれ初期設定する手段と、

上記シリンダ内当量比の初期設定値から実際のEGRガスの当量比を推定し、このEGRガスの当量比の推定値と、上記シリンダ内当量比の初期設定値と、上記基本燃料噴射量の初期設定値と、上記EGR率の初期設定値とに基づいて、吸気管圧力の空気有効成分分圧に対する制御目標値と、吸気管圧力のEGRガス有効成分分圧に対する制御目標値とを、それぞれ設定する手段と、スロットルバルブを通過する新気分と、EGRガス中の空気過不足成分とEGRガス有効成分とを考慮した吸気系モデルに従い、EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値とEGRガス有効成分分圧のモデル値とを、上記EGRガスの当量比の推定値と上記シリンダ内当量比の初期設定値との比に基づいて算出する一方、新気分圧のモデル値を新気分の流量計測値に基づいて算出する手段と、

上記EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値と上記新気分圧のモデル値とに基づいて空気有効成分分圧の推定値を算出し、この空気有効成分分圧の推定値と吸気管圧力とからEGRガス有効成分分圧の推定値を算出する手段と、

上記EGRガス有効成分分圧の推定値と上記EGRガス有効成分分圧の制御目標値との偏差に基づいて、EGRガス流量の設定値を算出する手段と、

上記空気有効成分分圧の推定値と上記空気有効成分分圧の制御目標値との偏差、及び、上記EGRガス中の空気過不足成分に基づいて、上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する手段と、

上記EGRガス流量の設定値と吸気管圧力とに基づいて、EGR量を調節するアクチュエータの操作量を算出する手段と、

上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値と吸気管圧力とに基づいて、スロットル開度を調節するアクチュエータの操作量を算出する手段と、燃料を噴射するインジェクタに対する操作量を算出するための最終的な基本燃料噴射量を設定する手段とを備えたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項2】 上記EGRガスの当量比の推定値を、空燃比センサの出力に基づいて求めることを特徴とする請求項1記載のエンジンの制御装置。

【請求項3】 上記EGRガスの当量比の推定値を、上記シリンダ内当量比の初期設定値に対する一次遅れとし

て求めることを特徴とする請求項1記載のエンジンの制御装置。

【請求項4】 上記EGRガスの当量比の推定値を、上記シリンダ内当量比の初期設定値の一次遅れと、吸気管圧力とエンジン回転数によって設定した無駄時間とにより求めることを特徴とする請求項1記載のエンジンの制御装置。

【請求項5】 上記EGRガス流量の設定値を算出する際、EGRガス有効成分分圧の圧力応答予測値と上記EGRガス有効成分分圧の推定値との誤差を時間積分した値を加えることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項6】 上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する際、空気有効成分分圧の圧力応答予測値と上記空気有効成分分圧の推定値との誤差を時間積分した値を加えることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項7】 上記EGRガス流量の設定値を算出する際、実現可能な最大EGRガス流量以下に制限することを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項8】 上記最大EGRガス流量を、運転条件に応じて設定することを特徴とする請求項7記載のエンジンの制御装置。

【請求項9】 上記最大EGRガス流量を、1制御周期において制御可能な値とすることを特徴とする請求項7記載のエンジンの制御装置。

【請求項10】 上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する際、実現可能な最大空気流量以下に制限することを特徴とする請求項1～9のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項11】 上記最大空気流量を、運転条件に応じて設定することを特徴とする請求項10記載のエンジンの制御装置。

【請求項12】 上記最大空気流量を、1制御周期において制御可能な値とすることを特徴とする請求項10記載のエンジンの制御装置。

【請求項13】 上記最終的な基本燃料噴射量を、上記基本燃料噴射量の初期設定値とすることを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項14】 上記最終的な基本燃料噴射量を、上記空気有効成分分圧の推定値に基づいて設定することを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【請求項15】 上記最終的な基本燃料噴射量を、上記空気有効成分分圧の圧力応答予測値に基づいて設定することを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載のエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行うエンジンの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】最近、車両の制御に直接作用する物理量であるエンジン出力軸トルクを制御の基準量として燃料量と空気量とを決定し、運転者の要求出力に対する応答性を改善して良好な走行性能を得る技術が種々提案されており、例えば、特開平1-313636号公報には、エンジン出力軸トルクの目標値をアクセル操作量とエンジン回転数とから設定し、設定した目標トルクに応じて燃料噴射量を制御するとともに、アクチュエータによりスロットルバルブ開度を電子制御して吸入空気量を制御する技術が開示されている。

【0003】しかしながら、過渡運転時において、スロットルバルブ下流の吸気コレクタチャンバ等の容積を充填するための吸入空気の応答遅れの影響や、吸入空気量を変化させる装置の遅れの影響等により、スロットルバルブを制御している時点での目標トルクに対応した要求空気量と、実際にシリンダに吸入される空気量との間にずれがあるのに対し、燃料噴射量は目標トルクに対応して制御されるため、燃料と空気との間に過不足なく供給することが困難であった。

【0004】これに対処するに、特開平3-185248号公報には、吸入空気のコレクタチャンバ充填による吸入空気の遅れや吸入空気量を制御するアクチュエータの応答遅れに相当する位相遅れ補償を、目標軸トルクに対して、あるいは、燃料噴射量そのものに対して実施し、燃料の過不足を防止している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では、スロットルバルブの操作結果として生じる実際の吸入空気量に対してフィードバックが行われないオープンループ制御であるため、スロットルバルブの個体間のバラツキによる流量偏差や、スロットルバルブの温度変化による開口面積の変化による流量変化、スロットルバルブのブローバイガス等によって生じるバルブ汚染による流量変化等に対応することができない。

【0006】また、排気ガスエミッションの低減のためにEGRを併用するエンジンの場合、EGRバルブを通過するEGRガスのコレクタチャンバへの充填分やEGRバルブの応答遅れに対応して燃料や点火時期の位相遅れ補償を実施することも考えられるが、スロットルバルブの応答性とEGRバルブの応答性が異なるため、定常運転時の最適値に基づく設定値、あるいは、この設定値から求まる目標空燃比やEGR率を、過渡状態下においても達成することは困難である。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、運転者の操作に応じ、燃料噴射制御、吸気制御、E

G R制御を総合的に行うことで、燃料噴射量の最適化、吸入空気量の最適化、EGR量の最適化を実現し、運転フィーリングの向上、排気ガスエミッションの低減を図ることのできるエンジンの制御装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、運転者の操作に応じて燃料噴射量およびスロットル開度を可変制御するエンジンの制御装置において、エンジン回転数とアクセル開度とからエンジン出力状態に応じたパラメータの目標値を設定する手段と、上記目標値に基づいて、基本燃料噴射量、EGR率、及び、シリンダ内当量比を、それぞれ初期設定する手段と、上記シリンダ内当量比の初期設定値から実際のEGRガスの当量比を推定し、このEGRガスの当量比の推定値と、上記シリンダ内当量比の初期設定値と、上記基本燃料噴射量の初期設定値と、上記EGR率の初期設定値とに基づいて、吸気管圧力の空気有効成分分圧に対する制御目標値と、吸気管圧力のEGRガス有効成分分圧に対する制御目標値とを、それぞれ設定する手段と、スロットルバルブを通過する新気分と、EGRガス中の空気過不足成分とEGRガス有効成分とを考慮した吸気系モデルに従い、EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値とEGRガス有効成分分圧のモデル値とを、上記EGRガスの当量比の推定値と上記シリンダ内当量比の初期設定値との比に基づいて算出する一方、新気分圧のモデル値を新気分の流量計測値に基づいて算出する手段と、上記EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値と上記新気分圧のモデル値とに基づいて空気有効成分分圧の推定値を算出し、この空気有効成分分圧の推定値と吸気管圧力とからEGRガス有効成分分圧の推定値を算出する手段と、上記EGRガス有効成分分圧の推定値と上記EGRガス有効成分分圧の制御目標値との偏差に基づいて、EGRガス流量の設定値を算出する手段と、上記空気有効成分分圧の推定値と上記空気有効成分分圧の制御目標値との偏差、及び、上記EGRガス中の空気過不足成分に基づいて、上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する手段と、上記EGRガス流量の設定値と吸気管圧力とに基づいて、EGR量を調節するアクチュエータの操作量を算出する手段と、上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値と吸気管圧力とに基づいて、スロットル開度を調節するアクチュエータの操作量を算出する手段と、燃料を噴射するインジェクタに対する操作量を算出するための最終的な基本燃料噴射量を設定する手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記EGRガスの当量比の推定値を、空燃比センサの出力に基づいて求めることを特徴とする。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記EGRガスの当量比の推定値を、上記

シリンダ内当量比の初期設定値に対する一次遅れとして求めることを特徴とする。

【0011】請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記EGRガスの当量比の推定値を、上記シリンダ内当量比の初期設定値の一次遅れと、吸気管圧力とエンジン回転数によって設定した無駄時間とにより求めることを特徴とする。

【0012】請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、上記EGRガス流量の設定値を算出する際、EGRガス有効成分分圧の圧力応答予測値と上記EGRガス有効成分分圧の推定値との誤差を時間積分した値を加えることを特徴とする。

【0013】請求項6記載の発明は、上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する際、空気有効成分分圧の圧力応答予測値と上記空気有効成分分圧の推定値との誤差を時間積分した値を加えることを特徴とする。

【0014】請求項7記載の発明は、請求項1～6のいずれかに記載の発明において、上記EGRガス流量の設定値を算出する際、実現可能な最大EGRガス流量以下に制限することを特徴とする。

【0015】請求項8記載の発明は、上記最大EGRガス流量を、運転条件に応じて設定することを特徴とする。

【0016】請求項9記載の発明は、請求項7記載の発明において、上記最大EGRガス流量を、1制御周期において制御可能な値とすることを特徴とする。

【0017】請求項10記載の発明は、請求項1～9のいずれかに記載の発明において、上記スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する際、実現可能な最大空気流量以下に制限することを特徴とする。

【0018】請求項11記載の発明は、請求項10記載の発明において、上記最大空気流量を、運転条件に応じて設定することを特徴とする。

【0019】請求項12記載の発明は、請求項10記載の発明において、上記最大空気流量を、1制御周期において制御可能な値とすることを特徴とする。

【0020】請求項13記載の発明は、請求項1～12のいずれかに記載の発明において、上記最終的な基本燃料噴射量を、上記基本燃料噴射量の初期設定値とすることを特徴とする。

【0021】請求項14記載の発明は、請求項1～12のいずれかに記載の発明において、上記最終的な基本燃料噴射量を、上記空気有効成分分圧の推定値に基づいて設定することを特徴とする。

【0022】請求項15記載の発明は、請求項1～12のいずれかに記載の発明において、上記最終的な基本燃料噴射量を、上記空気有効成分分圧の圧力応答予測値に基づいて設定することを特徴とする。

【0023】すなわち、本発明では、エンジン回転数と

運転者の操作によるアクセル開度とからエンジントルク等のエンジン出力状態に応じたパラメータの目標値を設定すると、この目標値に基づいて、基本燃料噴射量、EGR率、及び、シリンダ内当量比を、それぞれ初期設定し、シリンダ内当量比の初期設定値から実際のEGRガスの当量比を推定し、このEGRガスの当量比の推定値と、シリンダ内当量比の初期設定値と、基本燃料噴射量の初期設定値と、EGR率の初期設定値とに基づいて、吸気管圧力の空気有効成分分圧に対する制御目標値と、吸気管圧力のEGRガス有効成分分圧に対する制御目標値とを、それぞれ設定する。

【0024】次に、スロットルバルブを通過する新気分とEGRガス中の空気過不足成分とEGRガスの有効成分とを考慮した吸気系モデルを用い、EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値とEGRガス有効成分分圧のモデル値とをEGRガスの当量比の推定値と上記シリンダ内当量比の初期設定値との比に基づいて算出し、新気分圧のモデル値を新気分の流量計測値に基づいて算出する。

【0025】さらに、EGRガスの空気過不足成分分圧のモデル値と新気分圧のモデル値とから空気有効成分分圧の推定値を算出し、この空気有効成分分圧の推定値と吸気管圧力とからEGRガス有効成分分圧の推定値を算出し、このEGRガス有効成分分圧の推定値とEGRガス有効成分分圧の制御目標値との偏差に基づいて、EGRガス流量の設定値を算出するとともに、空気有効成分分圧の推定値と空気有効成分分圧の制御目標値との偏差、及び、EGRガス中の空気過不足成分に基づいて、スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する。

【0026】そして、EGRガス流量の設定値と吸気管圧力とに基づいてEGR量を調節するアクチュエータの操作量を算出するとともに、スロットルバルブを通過する空気流量の設定値と吸気管圧力とに基づいてスロットル開度を調節するアクチュエータの操作量を算出し、燃料を噴射するインジェクタに対する操作量を算出するための最終的な基本燃料噴射量を設定し、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行う。

【0027】この場合、EGRガスの当量比の推定値は、空燃比センサの出力に基づいて求めても良く、シリンダ内当量比の初期設定値に対する一次遅れとして、あるいは、シリンダ内当量比の初期設定値の一次遅れと、吸気管圧力とエンジン回転数によって設定した無駄時間とにより求めても良い。

【0028】また、EGRガス流量の設定値を算出する際には、EGRガス有効成分分圧の圧力応答予測値とEGRガス有効成分分圧の推定値との誤差を時間積分した値を加えることが望ましく、スロットルバルブを通過する空気流量の設定値を算出する際には、空気有効成分分圧の圧力応答予測値と空気有効成分分圧の推定値との誤

差を時間積分した値を加えることが望ましい。

【0029】また、EGRガス流量の設定値は、実現可能な最大EGRガス流量以下に制限することが望ましく、この最大EGRガス流量は、運転条件に応じて設定された値、あるいは、1制御周期において制御可能な値が採用可能である。

【0030】同様に、スロットルバルブを通過する空気流量の設定値は、実現可能な最大空気流量以下に制限することが望ましく、この最大空気流量は、運転条件に応じて設定された値、あるいは1制御周期において制御可能な値が採用可能である。

【0031】また、最終的な基本燃料噴射量は、基本燃料噴射量の初期設定値をそのまま採用しても良く、空気有効成分分圧の推定値あるいは空気有効成分分圧の圧力応答予測値に基づいて設定しても良い。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図8は本発明の実施の第1形態に係わり、図1は燃料・吸気・EGR制御部のブロック図、図2はエンジン制御系の全体ブロック図、図3は初期化ルーチンのフローチャート、図4は定期処理ルーチンのフローチャート、図5は燃料・吸気・EGR制御処理ルーチンのフローチャート、図6はクランク角割込みルーチンのフローチャート、図7は吸気系モデルの説明図、図8は気筒判別の説明図である。

【0033】図2は、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行うエンジン制御系を示し、各種制御量を演算するマイクロコンピュータからなるメイン制御ユニット20に、エンジン運転状態を検出するための各種センサ類が接続されるとともに、エンジン制御のための各種アクチュエータ類が接続されている。

【0034】上記メイン制御ユニット20に接続されるセンサ類としては、所定のクランク角毎にパルス信号を出力するクランク角センサ2、このクランク角センサ2から出力されるパルス信号間で発生する気筒判別のためのパルス信号を出力する気筒判別センサ3、図示しないアクセルペダルの踏み込み量に応じた電圧信号を出力するアクセル開度センサ4、吸気管内圧力に応じた電圧信号を出力する吸気管圧力センサ5、吸気管内のガス温度に応じた電圧信号を出力する吸気管温度センサ6、空燃比を検出する空燃比センサ7、スロットル通過空気流量を計測する吸入空気量センサ8等がある。

【0035】また、上記メイン制御ユニット20に接続されるアクチュエータ類としては、燃料を噴射する各気筒のインジェクタ10、気筒毎の点火プラグ12に連設される点火コイル11等があり、さらに、スロットル開度を可変するためのスロットルアクチュエータ13、及び、EGR量を可変するためのEGRバルブ14が接続されている。

【0036】上記メイン制御ユニット20は、各センサ

類からの信号を処理してエンジン運転状態を表す各種パラメータを算出する機能として、気筒判別部21、クランク角度判定部22、クランク角度パルス発生間隔時間算出部23、エンジン回転数算出部24、アクセル開度算出部25、マニホールド全圧算出部26、吸気管内ガス温度算出部27、空燃比算出部28、スロットル通過空気流量算出部29を有し、さらに、エンジン制御の中核となる燃料・吸気・EGR制御部30を有し、制御量出力に係わる機能として、噴射パルス時間算出部40、噴射時期設定部41、噴射パルス発生部42、点火時期設定部43、及び、点火信号発生部44の各機能を有している。

【0037】すなわち、気筒判別部21で、クランク角センサ2からの出力パルス信号（クランクパルス）と気筒判別センサ3からの出力パルス信号（気筒判別パルス）との入力パターンによって気筒判別を行い、気筒判別した特定気筒の所定クランク角度位置を基準クランク位置として、順次入力されるクランクパルスに対応するクランク角度位置をクランク角度判定部22で判定する。また、クランク角度パルス発生間隔時間算出部23では、クランクパルスの入力間隔時間を計時して所定クランク角度間の経過時間を算出し、エンジン回転数算出部24で180°CAの経過時間からエンジン回転数Neを算出する。

【0038】また、アクセル開度算出部25でアクセル開度センサ4の出力電圧値に基づいてアクセル開度（アクセル踏み込み量）Sを算出し、マニホールド全圧算出部26で吸気管圧力センサ5の出力電圧値に基づいて吸気管圧力（以下、マニホールド全圧と称する）Pmを算出する。

【0039】さらに、吸気管内ガス温度算出部27で吸気管温度センサ6の出力電圧値に基づいて吸気管内ガス温度Tmを算出し、空燃比算出部28で空燃比センサ7の出力電圧に基づいて空燃比λを算出し、スロットル通過空気流量算出部29で吸入空気量センサ8からの出力に基づいてスロットル通過空気流量計測値Qaveを算出する。

【0040】一方、燃料・吸気・EGR制御部30は、詳細には、図1に示すように、目標トルク設定部31、第1の負荷・燃焼制御マネージャ32、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32a、吸気係数算出部33、吸気制御マネージャ34、制御係数算出部35、F/B制御部36、電子制御スロットル（ETC）指示部37、及び、EGR指示部38から構成されている。

【0041】目標トルク設定部31では、エンジン回転数Neとアクセル開度Sとに基づいて目標エンジントルクTe'を設定し、第1の負荷・燃焼制御マネージャ32で目標エンジントルクTe'に対応した基本燃料噴射量及びEGR設定値（EGR率）を初期設定すると、吸気制御マネージャ34で基本燃料噴射量及びEGR設定

値から吸気管内の圧力目標値を空気有効成分分圧とEGRガス有効成分分圧とに分けて設定する。

【0042】そして、F/B制御部36で、以下の吸気系モデルに従い、空気有効成分分圧の推定値及びEGRガス有効成分分圧の推定値を算出し、EGRガス有効成分分圧の推定値とEGRガス有効成分分圧の制御目標値との偏差に基づいてEGRバルブ通過ガス流量設定値 Q_e を算出するとともに、空気有効成分分圧の推定値と空気有効成分分圧の制御目標値との偏差、及び、EGRガス中の空気過不足成分に基づいて、スロットルバルブ通過空気流量設定値 Q_a を算出する。

【0043】尚、各パラメータに付加する添字は、iが初期設定値、*が目標値、(-k)がk制御周期前の値(例えば、添字(-1)で1制御周期前の値)であることを表す。

【0044】ここで、有効成分、過不足成分について説明する。まず、有効成分とは、目標値(初期設定値)に呼応するための成分を示し、EGRガス有効成分は、制御空燃比が当量(理論空燃比)であれば、EGRガス中の非空気成分である不活性成分(理論空燃比での既燃ガスに相当する成分; H_2O , CO_2 , N_2 等からなる)と同じ値であるが、制御空燃比がリーンの場合、当量比分の空気を含み、EGRガス中の空気成分に不活性成分を加えた値となる。

【0045】また、過不足成分は、有効分に対する過不足分を示し、定常状態では目標当量比と排気当量比とが同じであるため、過不足は生じないが、過渡的には、これから制御しようとする目標当量比と現在還流されてくるEGRガスの排気当量比とが一致しないことが多く、目標当量比>排気当量比の場合には、還流されてくるE*30

$$dP_{mo}/dt = (Q_a + Q_{ea} - Q_{so}) \cdot R_a \cdot T_m / V_m \quad \dots(1)$$

【0048】また、吸気管内のEGRガス有効成分は、EGRバルブ14を通過するEGRガス有効成分からシリンダ内へ流入するEGRガス有効成分を除いたものであり、同様に、吸気管内のEGRガス有効成分分圧 P_{mee} の時間変化量 dP_{mee}/dt は、EGRガス有効※

$$dP_{mee}/dt = (Q_{ee} - Q_{see}) \cdot R_e \cdot T_m / V_m \quad \dots(2)$$

【0049】上記(1)式におけるEGRガスの空気過不足成分のEGRバルブ通過流量 Q_{ea} 、上記(2)式におけるEGRガス有効成分のEGRバルブ通過流量 Q_{ee} は、EGRバルブ通過ガス流量 Q_e に、EGRバルブ14入口におけるEGRガスの当量比 Φ とシリンダ内当量比の初期設定値である目標当量比 Φ' との比を適用することにより、それぞれ、以下の(3),(4)式のように表すことができる。

★

$$Q_{so} = ((P_{mo} \cdot V_s) / (R_a \cdot T_m)) \cdot \eta_v \cdot (N_e \cdot L / 120) \quad \dots(5)$$

$$Q_{see} = ((P_{mee} \cdot V_s) / (R_e \cdot T_m)) \cdot \eta_v \cdot (N_e \cdot L / 120) \quad \dots(6)$$

【0051】従って、上記(1),(2)式に上記(3)~(5)式を適用して式中の一部を以下の(7)~(9)式で示す係数a, ba, beで置き換え、上記(1),(2)式をマトリック

*GRガス中に過剰空気を生じ、目標当量比<排気当量比の場合には、還流されてくるEGRガス中に不足空気を生じる。従って、この過剰・不足空気をスロットルバルブ・EGRバルブ制御で目標状態に制御するのである。

【0046】次に、本発明で採用する吸気系モデルは、図7に示すように、エンジン1の吸気管1aに介装されたスロットルバルブ1bを通過する新気分の流量(スロットル通過空気流量) Q_a と、排気管1cから吸気管1aへの排気還流管1dに介装されたEGRバルブ14を通過するEGRガス流量(EGRバルブ通過ガス流量) Q_e とが吸気管1a内に供給され、エンジン1のシリンダに流出している(シリンダ流入ガス量 Q_s)とする吸気系モデルであり、スロットル通過空気流量 Q_a とEGRバルブ通過ガス流量 Q_e とによって吸気管容積を充填する分の空気量を見込むことにより、アクセル操作量とエンジン回転数から設定した目標トルクを過渡的に遅れなく実現することができる。

【0047】吸気管内の空気有効成分は、スロットルバルブ1bを通過する新気分と、EGRバルブ14を通過するEGRガス中の空気過不足成分との和から、シリンダ内へ流入する空気有効成分を除いたものであり、スロットル通過空気流量 Q_a 、EGRガス中の空気過不足成分のEGRバルブ通過流量 Q_{ea} 、吸気管内の空気有効成分のシリンダ流入流量 Q_{so} 、吸気管容積 V_m 、吸気管内ガス温度 T_m 、空気有効成分の気体定数 R_a を用いて気体の状態方程式を適用すると、吸気管内の空気有効成分分圧 P_{mo} の時間変化量 dP_{mo}/dt は、以下の(1)式で表すことができる。

※成分のEGRバルブ通過流量 Q_{ee} 、EGRガス有効成分のシリンダ流入流量 Q_{see} 、EGRガス有効成分の気体定数 R_e により、以下の(2)式で表すことができる。

$$\star Q_{ea} = (1 - \Phi / \Phi') \cdot Q_e \quad \dots(3)$$

$$Q_{ee} = (\Phi / \Phi') \cdot Q_e \quad \dots(4)$$

【0050】また、上記(1)式における空気有効成分のシリンダ流入流量 Q_{so} 、上記(2)式におけるEGRガス有効成分のシリンダ流入流量 Q_{see} は、それぞれ、1気筒当たりのストローク容積 V_s 、体積効率 η_v 、エンジンの気筒数 L を用いて、以下の(5),(6)式で表すことができる。

ス形式で記述すると、以下の(10)式で示すようになり、スロットル通過空気流量 Q_a 、EGRバルブ通過ガス流量 Q_e 、及び、EGRガスの当量比 Φ と目標当量比 Φ'

との比に基づいて、吸気管内の状態を空気有効成分分圧 P_{m0} の時間変化量と EGR ガス有効成分分圧 P_{mee} * の時間変化量とによって表現することができる。

$$a = (V_s / V_m) \cdot \eta_v \cdot (N_e \cdot L / 120) \quad \dots (7)$$

$$b_a = R_a \cdot T_m / V_m \quad \dots (8)$$

$$b_e = R_e \cdot T_m / V_m \quad \dots (9)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} P_{m0} \\ P_{mee} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -a & 0 \\ 0 & -a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{m0} \\ P_{mee} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_a (1 - \Phi / \Phi^i) \cdot b_a \\ 0 \quad (\Phi / \Phi^i) \cdot b_e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_a \\ Q_e \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

【0052】以上の吸気系モデルを用いることにより、吸気管内の空気有効成分分圧 P_{m0} 及び EGR ガス有効成分分圧 P_{mee} の時間変化量に基づいて、スロットル通過空気流量 Q_a と EGR バルブ通過ガス流量 Q_e とを算出することができ、F/B制御部36では、吸気管内の EGR ガス有効成分分圧の目標値と、EGR ガス有効成分分圧の計算値である EGR ガス有効成分分圧推定値との偏差をフィードバックして EGR バルブ通過ガス流量 Q_e を設定し、さらに、この EGR バルブ通過ガス流量 Q_e に含まれる空気有効成分、及び、吸気管内の空気有効成分分圧の目標値と空気有効成分分圧の計算値である空気有効成分分圧推定値との偏差をフィードバックし、スロットル通過空気流量 Q_a を設定する。

【0053】そして、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32aでインジェクタ10に対する操作量を算出するための最終的な基本燃料噴射量を設定して噴射パルス時間算出部40へ出力するとともに、ETC指示部37で、マニホールド全圧 P_m とスロットル通過空気流量設定値 Q_a とから、制御対象であるスロットルアクチュエータ13に対する操作量としてのスロットルアクチュエータ指示値 S_a を設定してスロットルアクチュエータ13へ出力し、また、EGR指示部38で、マニホールド全圧 P_m と EGR バルブ通過ガス流量設定値 Q_e とから、EGR バルブ14に対する操作量としての EGR バルブ指示値 S_e を設定して EGR バルブ14へ出力する。尚、吸気系係数算出部33、制御係数算出部35は、それぞれ、吸気系モデルの係数、フィードバック制御の係数を算出する。

【0054】噴射パルス時間算出部40では、上記燃料・吸気・EGR制御部30で設定した基本燃料噴射量 G_f からインジェクタ10に対する操作量としての噴射パルス時間 T_{out} を算出し、この噴射パルス時間 T_{out} と噴射時期設定部41で設定した噴射時期 T_{inj} とに従い、噴射パルス発生部42で噴射パルス発生タイマを予め定めた特定のクランク角度でセットし、所定のタイミングで噴射パルスをインジェクタ10へ出力する。

【0055】また、点火時期設定部43では、エンジン回転数 N_e と目標エンジントルク T_e' とに基づいて点火時期 T_{ig} を設定し、点火信号発生部44で、この点火時期 T_{ig} に従い、予め定めた特定のクランク角度で

10 点火パルス発生タイマをセットし、所定のタイミングで点火信号を点火コイル11に出力し、点火プラグ12を放電させる。

【0056】以下、上記メイン制御ユニット20によって実行される燃料・吸気・EGR制御処理について、図3～図6のフローチャートに従って説明する。

【0057】図3は、図示しないイグニッションスイッチがONされ、メイン制御ユニット20に電源が供給されてシステムがリセットされたとき、割込み実行される初期化ルーチンであり、まず、ステップS10でCPUを初期設定すると、ステップS20で制御データを初期設定し、ステップS30で、吸気管容積 V_m 、1気筒当たりのストローク容積 V_s 、エンジンの気筒数 L 、空気有効成分の気体定数 R_a 、EGR ガス有効成分の気体定数 R_e 等の吸気系定数を設定してルーチンを抜ける。

【0058】そして、システムイニシャライズ後、図4に示す定期処理ルーチンが一定時間毎（例えば、10ms毎）に実行されるとともに、図6に示すクランク角割込みルーチンがクランクパルス入力毎に割込み実行される。

30 【0059】図4の定期処理ルーチンでは、まず、ステップS50で、アクセル開度算出部25の処理として、アクセル開度センサ4の出力をA/D変換してアクセル開度 S を算出し、ステップS60で、マニホールド全圧算出部26の処理として、吸気管圧力センサ5の出力をA/D変換してマニホールド全圧 P_m を算出する。さらに、ステップS70で、吸気管内ガス温度算出部27の処理として、吸気管温度センサ6の出力をA/D変換して吸気管内のガス温度 T_m を算出する。

40 【0060】次に、ステップS80へ進み、スロットル通過空気流量算出部29の処理として、吸入空気量センサ8の出力をA/D変換し、スロットル通過空気流量計測値 Q_{ave} を算出すると、ステップS90で、空燃比算出部28の処理として、空燃比センサ7の出力をA/D変換して空燃比 λ を算出し、ステップS100で、エンジン回転数算出部24の処理として、後述する図6のクランク角割込みルーチンで算出された 180° CAの経過時間からエンジン回転数 N_e を算出してステップS110へ進む。

50 【0061】ステップS110では、燃料・吸気・EGR制御部30の処理として図5の燃料・吸気・EGR制御処

理ルーチンを実行し、目標エンジントルク T_e' を基準として、基本燃料噴射量 G_f' 、スロットルアクチュエータ指示値 S_a 、EGRバルブ指示値 S_e を算出する。
 【0062】その後、ステップS120へ進み、噴射パルス時間算出部40の処理として、上記ステップS100で算出した基本燃料噴射量 G_f' を、各種補正項や無効分を加えて噴射パルス時間 T_{out} に換算し、また、噴射時期設定部41の処理として、エンジン回転数 N_e と目標エンジントルク T_e' を格子とするマップを参照して噴射時期 T_{inj} を設定すると、ステップS130で、点火時期設定部43の処理としてエンジン回転数 N_e と目標エンジントルク T_e' とを格子とするマップを参照して点火時期 T_{ig} を設定し、ルーチンを抜ける。

【0063】次に、上記ステップS110における燃料・吸*

$$ca = a/ba = (Vs/(Ra \cdot Tm)) \cdot \eta v \cdot (Ne \cdot L/120) \quad \cdots (11)$$

$$ce = a/be = (Vs/(Re \cdot Tm)) \cdot \eta v \cdot (Ne \cdot L/120) \quad \cdots (12)$$

$$d = (Vs/(Ra \cdot Tm)) \cdot \eta v \quad \cdots (13)$$

【0065】続くステップS170では、第1の負荷・燃焼制御マネージャ32の処理として、エンジン回転数 N_e と目標エンジントルク T_e' とに基づいて、基本燃料噴射量初期設定値 G_f' 、EGR設定値 $EGRS'$ 、シリンダ内当量比設定値 fai' を、それぞれマップ参照により設定し、ステップS180で吸気制御マネージャ34による処理を行う。

【0066】吸気制御マネージャ34による処理では、まず、先に設定したシリンダ内当量比設定値 fai' からEGRバルブ14入口におけるEGRガスの当量比を*

$$Pmo'' = (1/d) \cdot G_f' \cdot ABFT / fai' \quad \cdots (15)$$

$$Pmee'' = EGRS' / (1 - EGRS') \cdot (Re/Ra) \cdot Pmo'' \quad \cdots (16)$$

$$Pm'' = Pmo'' + Pmee'' \quad \cdots (17)$$

$$rfai = fai / fai' \quad \cdots (18)$$

【0067】上記当量比推定値 fai は、空燃比センサ7が広域型空燃比センサである場合、実際の空燃比 λ より算出した当量比算出値を用いることで最も優れた精度を得ることができるが、以下の(19)式に示すように、E★

$$fai = (1 - q) \cdot fai_{(-1)} + q \cdot fai'_{(-k)} \quad \cdots (19)$$

但し、 q ：加重平均係数

【0068】上記(19)式による加重平均で当量比推定値 fai を求める場合、加重平均係数 q を予め設定した定数としても良いが、厳密には、燃焼ガスの輸送遅れ時間は運転条件によって変化するため、一次遅れを運転条件で最適に設定できるよう、加重平均係数 q をマニホルド全圧 Pm より設定し、 k 制御周期前の当量比設定値 $fai'_{(-k)}$ は、エンジン回転数 N_e とマニホルド全圧 Pm とにより設定した無駄時間に相当する k 御周期前の値と☆

$$f1 = (1/(ba \cdot dt)) \cdot n \quad \cdots (21)$$

$$f2 = (1/(frfai \cdot be \cdot dt)) \cdot n \quad \cdots (22)$$

$$h1 = ca \quad \cdots (23)$$

$$h2 = ce / rfai \quad \cdots (24)$$

$$g1 = m / Ne \quad \cdots (25)$$

* 気・EGR制御処理ルーチンについて図5に基づき説明する。このルーチンでは、ステップS150で、目標トルク設定部31の処理としてエンジン回転数 N_e とアクセル開度 S とを格子とするマップを参照して目標エンジントルク T_e' を設定し、ステップS160で吸気係数算出部33の処理を行う。

【0064】この吸気係数算出処理では、まず、エンジン回転数 N_e とマニホルド全圧 Pm とに基づいて体積効率 ηv を設定し、エンジン回転数 N_e 、吸気管内のガス温度 Tm 、体積効率 ηv 、吸気定数 Vm, Vs, L, Ra, Re により、前述の(7)～(9)式による吸気係数 a, ba, be 、及び、以下の(11)～(13)式による吸気係数 ca, ce, d を算出する。

※ 推定した当量比推定値 fai を求める。そして、当量比推定値 fai 、当量比設定値 fai' 、基本燃料噴射量初期設定値 G_f' 、EGR設定値 $EGRS'$ 、吸気係数 d 、理論空燃比 $ABFT$ から、以下の(15)～(17)式により、空気有効成分分圧目標値初期設定値 Pmo'' 、EGRガス有効成分分圧目標値初期設定値 $Pmee''$ 、マニホルド全圧目標値初期設定値 Pm'' を算出し、また、以下の(18)式による当量比推定値 fai と当量比設定値 fai' との比を、当量比係数 $rfai$ として算出する。

★ GRの配管等で発生する燃焼ガスの輸送遅れ時間を考慮し、 k 制御周期前の当量比設定値 $fai'_{(-k)}$ から加重平均により、当量比設定値 fai' の一次遅れで当量比推定値 fai を算出しても良い。

☆ することが望ましい。尚、簡易的には、以下の(20)式に示すように、当量比設定値 fai' を、そのまま当量比推定値 fai として設定しても良い。

$$fai = fai' \quad \cdots (20)$$

【0069】その後、ステップS190へ進み、制御係数算出部35の処理として、吸気係数 ba, be, ca, ce と当量比係数 $rfai$ とにより、以下の(21)～(26)式で示すフィードバック係数 $f1, f2, h1, h2, g1, g2$ を算出する。

$$g2 = m / Ne$$

但し、dt：制御周期

n：重み係数 ($0 < n < 1$)

m：積分制御係数 ($m \geq 0$)

【0070】次いで、ステップS200へ進み、前述した吸気系モデルに従い、スロットル通過空気流量設定値Qa、EGRバルブ通過ガス流量設定値Qeを算出するF/B制御部36の処理を行う。この処理では、まず、空気有効成分分圧及びEGRガス有効成分分圧の各時間変化量を推定するため、吸気系モデルに従って、EGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfea及びEGRガス有効成分分圧モデル値Pfeeを当量比係数rfaiに基づいて算出し、また、実際に計測したスロットル通過空気流量によって吸入空気分の新気分圧モデル値Pfaを算出する。

【0071】そして、EGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfeaと新気分圧モデル値Pfaとの和を空気有効成分分圧推定値Pmoとして算出し、各分圧モデル値Pfea、Pfee、Pfaの総和を吸気管圧力の実測値であるマニホルド全圧Pmと一致させるべく、マニホルド全圧Pmから空気有効成分分圧推定値Pmoを減算した値をEGRガス有効成分分圧推定値Pmeeとして算出する。

【0072】すなわち、当量比係数rfaiを用いることでEGRガス有効成分分圧の推定精度を高めるとともに、実際の吸入空気量から求めた新気分圧モデル値Pfa*

$$Pfea = (1 - a \cdot dt) \cdot Pfea_{(-1)} + (b \cdot dt) \cdot (1 - rfai) \cdot Qe_{(-1)} \quad \dots (27)$$

$$Pfee = (1 - a \cdot dt) \cdot Pfee_{(-1)} + (b \cdot dt) \cdot rfai \cdot Qe_{(-1)} \quad \dots (28)$$

$$Pfa = (1 - a \cdot dt) \cdot Pfa_{(-1)} + (b \cdot dt) \cdot Qave \quad \dots (29)$$

【0075】次に、上記(27)で算出したEGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfea、上記(29)式で算出した新気分圧モデル値Pfaを用い、以下の(30)式により空気有効成分分圧推定値Pmoを算出し、さらに、この空気有効成分分圧推定値Pmoと吸気管圧力センサ5で計測したマニホルド全圧Pmとから、以下の(31)式によりEGRガス有効成分分圧推定値Pmeeを算出する。

$$Pmo = Pfa + Pfea \quad \dots (30) \quad \times 40$$

$$Pmo = Pfa + Pfea \cdot (Pm - Pfa) / (Pfea + Pfee) \quad \dots (32)$$

但し、(Pfea + Pfee) = 0でEGRが実施されていないときには、(Pm - Pfa) = 0であり、Pmo = Pfaとする。

【0077】そして、EGRガス有効成分分圧目標値初期設定値Pmee*、EGRガス有効成分分圧推定値P★

$$Qe' = h2 \cdot Pmee + f2 \cdot (Pmee^* - Pmee) \quad \dots (33)$$

【0078】上記(33)式で算出したEGRバルブ通過ガス流量初期設定値Qe'は、必ずしも実現可能な値ではないこともあるため、以下の(34)式の範囲 (0以上最大

…(26)

*aを修正することなく各分圧の総和をマニホルド全圧Pmに一致させることでEGR分のモデル誤差を修正し、吸気温度、大気圧、バルブクリアランス等の影響を排除して空気有効成分分圧の推定精度を向上させる。

【0073】次いで、前述の吸気制御マネージャ34による処理で算出したEGRガス有効成分分圧目標値初期設定値Pmee*とEGRガス有効成分分圧推定値Pmeeとの偏差をフィードバックしてEGRバルブ通過ガス流量Qeを求め、さらに、このEGRバルブ通過ガス流量Qeを用い、同様に、前述の吸気制御マネージャ34による処理で算出した空気有効成分分圧目標値初期設定値Pmo*と空気有効成分分圧推定値Pmoとの偏差をフィードバックし、スロットル通過空気流量Qaを求める。

【0074】具体的には、EGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfea、EGRガス有効成分分圧モデル値Pfeeは、吸気係数a、ba、be、当量比係数rfai、1制御周期前のEGRバルブ通過ガス流量設定値Qe(-1)、1制御周期前のEGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfea(-1)、1制御周期前のEGRガス有効成分分圧モデル値Pfee(-1)を用い、以下の(27)、(28)式により算出され、また、吸入空気の新気分圧モデル値Pfaは、吸入空気量センサ8によって実際に計測したスロットル通過空気流量計測値Qaveを用い、以下の(29)式によって算出される。

$$\times Pmee = Pm - Pmo \quad \dots (31)$$

【0076】尚、空気有効成分分圧推定値Pmoは、マニホルド全圧Pmから新気分圧モデル値Pfaを減算したEGRガス分圧と、EGRガスの空気過不足成分分圧モデル値PfeaとEGRガス有効成分分圧モデル値Pfeeとの和として導かれるEGRガス分圧との比によってEGRガスの空気過不足成分分圧モデル値Pfeaを修正した以下の(32)式によって算出しても良い。

★mee、フィードバック係数f2、h2、g2を用い、以下の(33)式により、EGRガス有効成分分圧の目標値と推定値との偏差に応じてEGRバルブ通過ガス流量初期設定値Qe'を算出する。

流量(Qe)max以下の範囲)に飽和させて制御可能(実現可能)な流量とし、この流量を最終的なEGRバルブ通過ガス流量設定値Qeとする。

$$0 \leq Q_e \leq (Q_e)_{\max} \quad \dots (34)$$

【0079】この場合、上記最大EGRバルブ通過ガス流量 $(Q_e)_{\max}$ は、予め実験等によって求めた定数としても良いが、制御可能なEGRバルブ通過ガス流量はマニホールド全圧 P_m に依存するため、マニホールド全圧 P_m に基づいてマップ参照等により設定した値を用いることで、正確なF/B制御を実現することができる。

【0080】さらには、EGRバルブ通過ガス流量を制御する場合、制御することのできる（変化させることのできる）流量は、マニホールド全圧 P_m と1制御周期前のEGRバルブ通過ガス流量 $Q_{e(-1)}$ とによって制限されるため、マニホールド全圧 P_m と1制御周期前のEGRバルブ指示値 $S_{e(-1)}$ とから最大EGRバルブ通過ガス流量変化量 $(\Delta Q_e)_{\max}$ を設定し、この最大EGRバルブ通過ガス流量変化量 $(\Delta Q_e)_{\max}$ と1制御周期前のEG *

$$Q_{a'} = h_1 \cdot P_{m0} + f_1 \cdot (P_{m0'} - P_{m0}) - (1 - r_{fai}) \cdot Q_e$$

$$0 \leq Q_a \leq (Q_a)_{\max}$$

【0082】この場合においても、上記最大EGRバルブ通過ガス流量 $(Q_e)_{\max}$ の場合と同様、上記最大スロットル通過空気流量 $(Q_a)_{\max}$ は、予め設定した定数としても良く、制御可能な流量を考慮してマニホールド全圧 P_m に基づいてマップ参照等により設定した値を用いても良い。さらに、マニホールド全圧 P_m と1制御周期前のスロットルアクチュエータ指示値 $S_{a(-1)}$ とによって最大スロットル通過空気流量変化量 $(\Delta Q_a)_{\max}$ を設定し、この最大スロットル通過空気流量変化量 $(\Delta Q_a)_{\max}$ と1制御周期前のスロットル通過空気流量設定値 $Q_{a(-1)}$ とによって以下の(38)式で算出した最大スロットル通過空気流量 $(Q_a)_{\max}$ を用いても良い。

$$(Q_a)_{\max} = Q_{a(-1)} + (\Delta Q_a)_{\max} \quad \dots (38)$$

【0083】以上により、上記ステップS200でのF/B制御部36の処理が済むと、次にステップS210へ進み、ETC指示部37の処理として、上記ステップS200で算出したスロットル通過空気流量 Q_a とマニホールド全圧 P_m とに基づいて、マップ参照によりスロットルアクチュエータ指示値 S_a を算出する。さらに、ステップS220で、EGR指示部38の処理として、上記ステップS200で算出したEGRバルブ通過ガス流量設定値 Q_e とマニホールド全圧 P_m とに基づいて、マップ参照によりEGRバルブ指示値 S_e を算出し、ステップS230へ進む。

【0084】ステップS230では、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32aの処理として最終的な基本燃料噴射量 $G_{f'}$ を設定し、ルーチンを抜ける。この最終的な基本燃料噴射量 $G_{f'}$ は、以下の(39)式に示すように、基本燃料噴射量初期設定値 $G_{f'}$ を、そのまま採用して燃料優先の制御としても良く、空気の検出遅れによる燃料量の制御遅れを回避して運転者のアクセル操作に追従したエンジントルクを発生させ、運転者の要求出力に対する応答性を向上することができる。

* Rバルブ通過ガス流量設定値 $Q_{e(-1)}$ とによって以下の(35)式で算出した最大EGRバルブ通過ガス流量 $(Q_e)_{\max}$ を用いることで、より正確なF/B制御を実現することができる。

$$(Q_e)_{\max} = Q_{e(-1)} + (\Delta Q_e)_{\max} \quad \dots (35)$$

【0081】その後、上記EGRバルブ通過ガス流量設定値 Q_e を用い、空気有効成分分圧推定値 P_{m0} 、空気有効成分分圧目標値初期設定値 $P_{m0'}$ 、当量比係数 r_{fai} 、フィードバック係数 f_1 、 h_1 、 g_1 により、以下の(36)式に従ってスロットル通過空気流量初期設定値 $Q_{a'}$ を算出する。そして、算出したスロットル通過空気流量初期設定値 $Q_{a'}$ を以下の(37)式の範囲（0以上最大流量 $(Q_a)_{\max}$ 以下の範囲）に飽和させてスロットル通過空気流量設定値 Q_a を定める。

$$\dots (36)$$

$$\dots (37)$$

$$G_{f'} = G_{f'} \quad \dots (39)$$

【0085】また、この場合、実際には吸気管圧力の応答は制御目標値に対して遅れが発生することがあるため、空気有効成分分圧推定値 P_{m0} 、当量比設定値 $f_{ai'}$ 、吸気係数 d 、及び、理論空燃比 $ABFT$ を用い、以下の(40)式に示すように、現実的な吸気管圧力に従ってD-ジェットロ的に最終的な基本燃料噴射量 $G_{f'}$ を算出しても良く、過渡時の空燃比制御性を向上することができる。

$$G_{f'} = d \cdot P_{m0} \cdot f_{ai'} / ABFT \quad \dots (40)$$

以上の定期処理ルーチンに対し、図6のクランク角割込みルーチンでは、まず、ステップS300で、気筒判別部21による処理として、クランク角センサ2からのクランクパルス間で発生する気筒判別センサ3からの気筒判別パルスの数に従って現在の気筒を判別し、さらに、引続き発生しているクランクパルスの数に従って以降の気筒を判別する処理を行い、ステップS310で、クランク角度判定部22によるクランク角度判別処理を行う。

【0086】図8に示すように、本形態では、各気筒のBTDC97°、65°、10°CA毎にクランク角センサ2からクランクパルスが出力され、気筒判別センサからは、#3気筒のBTDC97°と前の点火気筒である#1気筒のBTDC10°との間で3個の気筒判別パルス、#4気筒のBTDC97°と前の点火気筒である#2気筒のBTDC10°との間で2個の気筒判別パルス、#1、#2気筒のBTDC97°と前の点火気筒のBTDC10°との間で1個の気筒判別パルスが出力される。

【0087】従って、気筒判別パルスが入力される毎に、そのパルス数をカウントし、3個の気筒判別パルスが入力された後のクランクパルスは、#3気筒のBTDC97°のクランクパルス、2個の気筒判別パルスが入

力された後のクランクバルスは#4気筒のBTDC97°のクランクバルス、1個の気筒判別バルスが入力された後のクランクバルスは#1気筒あるいは#2気筒のBTDC97°クランクバルスであり、前の気筒判別が#4気筒であれば#1気筒、前の気筒判別が#3気筒であれば#2気筒と判別する。

【0088】また、BTDC65°、BTDC10°のクランク位置は、BTDC97°のクランクバルスからのバルス数で判定し、#1気筒のBTDC97°のクランクバルスを0（基準位置）としてクランクバルスが入力される毎に1、2、3、…と順次カウントアップし、基準位置からのカウント値に応じてクランク位置を判別する。

【0089】続くステップS320では、クランク角度バルス発生間隔時間算出部23の処理として、前回のクランク割込み発生から今回のクランクバルス割込み発生までの経過時間すなわち、前回のクランクバルス入力から今回のクランクバルス入力までの経過時間を計時し、BTDC10°のクランクバルス入力からBTDC97°のクランクバルス入力までのクランク角度93°分の経過時間をMT93、BTDC97°のクランクバルス入力からBTDC65°のクランクバルス入力までのクランク角度32°分の経過時間をMT32、BTDC65°のクランクバルス入力からBTDC10°のクランクバルス入力までのクランク角度55°分の経過時間をMT55としてメモリにストアする。各経過時間MT93、MT32、MT55の合計が180°CAの経過時間としてエンジン回転数Neの算出に用いられる。

【0090】ステップS330では、噴射時期設定部41、点火時期設定部43の処理を行い、噴射時期、点火時期を決定する。すなわち、定期処理ルーチンで設定された噴射時期 T_{inj} を、予め定めた特定のクランク角からの噴射タイミングに換算するとともに、同じく定期処理ルーチンで設定された点火時期 T_{ig} を、予め定めた特定のクランク角からの点火タイミングに換算する。

【0091】そして、ステップS340で、噴射バルス発生部42の処理として、今回のクランク角割込みが予め定めた特定のクランク角度における割込みであるとき、噴射バルス発生タイマをセットし、さらに、ステップS350で、点火信号発生部44の処理として、同様に、今回のクランク角割込みが予め定めた特定のクランク角度における割込みであるとき、点火バルス発生タイマをセットし、ルーチンを抜ける。その結果、上記ステップS330で決定した噴射タイミングで噴射バルス発生タイマから噴射バルスがインジェクタ10に出力されて燃料が噴射され、上記ステップS330で決定した点火タイミングで点火バルス発生タイマから点火バルスが点火コイル11に出力され、点火プラグ12による点火が行われる。

【0092】以上により、目標エンジントルクに対応した燃料噴射量に対し、空気有効成分とEGRガス有効成

分とを推定しながら吸気制御及びEGR制御を行い、スロットルバルブ下流の吸気管容積を充填する際の吸入空気及びEGRガスの応答遅れ、スロットル系及びEGR系のハード的な応答遅れを補償し、且つ、スロットル系とEGR系とで異なる応答性の影響を除去することができ、さらに、スロットル系の操作結果として生じる実際の吸入空気量に対するフィードバックを行うことで、スロットルバルブの個体間のバラツキによる流量偏差や、スロットルバルブの温度変化による開口面積の変化による流量変化、スロットルバルブのブローバイガス等によって生じるバルブ汚染による流量変化等を未然に回避し、制御応答性を向上し、アクセル操作に対する追従性を向上することができる。

【0093】すなわち、運転者の操作に応じ、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行うことで、燃料噴射量の最適化、吸入空気量の最適化、EGR量の最適化を実現し、運転フィーリングの向上、排気ガスエミッションの低減を図ることができるとともに、ストイキオ領域に限らずリーン領域も含めて広範な空燃比での制御性を向上することができ、運転条件に応じた自由な空燃比制御を実現することができるのである。

【0094】図9及び図10は本発明の実施の第2形態に係わり、図9は燃料・吸気・EGR制御部のブロック図、図10は燃料・吸気・EGR制御処理ルーチンのフローチャートである。

【0095】本形態は、前述の第1形態に対し、図9に示すように、燃料・吸気・EGR制御部30において、第1形態のF/B制御部36、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32aの処理内容を若干変更し、それぞれ、F/B制御部36A、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bとするとともに、第1形態の吸気マネージャ34を第1の吸気マネージャ34として、この第1の吸気制御マネージャ34に、第2の吸気制御マネージャ34aを追加したものである。

【0096】すなわち、本形態では、第2の吸気制御マネージャ34aにおいて、EGRガス有効成分分圧の理論的な圧力応答予測値であるEGRガス有効成分分圧予測値 P_{me}^* 、空気有効成分分圧の理論的な圧力応答予測値である空気有効成分分圧予測値 P_{mo}^* を算出

し、F/B制御部36Aで、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値 $Q_{e'}$ を算出する際、EGRガス有効成分分圧予測値 P_{me}^* とEGRガス有効成分分圧推定値 P_{me} との誤差の時間積分値を用い、また、スロットル通過空気流量初期設定値 $Q_{a'}$ を算出する際、空気有効成分分圧予測値 P_{mo}^* と空気有効成分分圧推定値 P_{mo} との誤差の時間積分値を用いるようにしている。さらに、第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bで、空気有効成分分圧予測値 P_{mo}^* を用いて最終的な基本燃料噴射量 $G_{f'}$ を算出する。

【0097】本形態では、図5に示す第1形態の燃料・

吸気・EGR制御処理ルーチンに対し、図10に示すように、ステップS200における処理の内容をF/B制御部36による処理からF/B制御部36Aによる処理に変更するとともに、ステップS230における処理の内容を第2の負荷・燃焼制御マネージャ32aによる処理から第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bによる処理に変更し、ステップS220のEGR指示部38によるEGRバルブ指示値算出処理とステップS230の第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bによる最終的な基本燃料噴射量の算出処理との間に、第2の吸気制御マネージャ34aの処

$$Qe' = h2 \cdot Pmee + f2 \cdot (Pmee' - Pmee) + g2 \cdot Imee_{(-1)} \quad \dots (41)$$

$$Qa' = h1 \cdot Pmo + f1 \cdot (Pmo' - Pmo) - (1 - rfa i) \cdot Qe + g1 \cdot Imo_{(-1)} \quad \dots (42)$$

上記(41)、(42)式で算出したEGRバルブ通過ガス流量初期設定値 Qe' 、スロットル通過空気流量初期設定値 Qa' は、第1形態と同様、0から最大流量の範囲に飽和させ、EGRバルブ通過ガス流量設定値 Qe 、スロットル通過空気流量設定値 Qa とする。

【0099】一方、ステップS225における第2の吸気制御マネージャ34aによる処理では、まず、空気有効成分

$$Pmoh^* = (1/f1) \cdot (Qa + (1 - rfa i) \cdot Qe + (f1 - h1) \cdot Pmo - g1 \cdot Imo_{(-1)}) \quad \dots (43)$$

【0100】さらに、EGRガス有効成分分圧推定値 $Pmee$ 、EGRバルブ通過ガス流量設定値 Qe 、1制御周期前のEGRガス有効成分分圧誤差の時間積分値 $Imee_{(-1)}$ 、フィードバック係数 $f2$ 、 $h2$ 、 $g2$ によ

$$Pmeeh^* = (1/f2) \cdot (Qe + (f2 - h2) \cdot Pmee - g2 \cdot Imee_{(-1)}) \quad \dots (44)$$

【0101】次いで、空気有効成分分圧目標補正值 $Pmoh^*$ 、1制御周期前の空気有効成分分圧予測値 Pmo^* 、フィードバック係数 $f1$ 、吸気係数 ba を用

$$Pmo^* = (1 - f1 \cdot ba \cdot dt) \cdot Pmo^*_{(-1)} + (f1 \cdot ba \cdot dt) \cdot Pmoh^* \quad \dots (45)$$

【0102】また、EGRガス有効成分分圧目標補正值 $Pmeeh^*$ 、1制御周期前のEGRガス有効成分分圧予測値 $Pmee^*_{(-1)}$ 、当量比推定値 fai 、フィード

$$Pmee^* = (1 - f2 \cdot rfa i \cdot be \cdot dt) \cdot Pmee^*_{(-1)} + (f2 \cdot rfa i \cdot be \cdot dt) \cdot Pmeeh^* \quad \dots (46)$$

【0103】そして、空気有効成分分圧予測値 Pmo^* と空気有効成分分圧推定値 Pmo との誤差の時間積分値 Imo を、以下の(47)式によって算出するとともに、E

$$Imo = Imo_{(-1)} + (Pmo^* - Pmo) \cdot dt \quad \dots (47)$$

$$Imee = Imee_{(-1)} + (Pmee^* - Pmee) \cdot dt \quad \dots (48)$$

【0104】簡易的には、上記(43)式による空気有効成分分圧目標補正值 $Pmoh^*$ 、上記(44)式によるEGRガス有効成分分圧目標補正值 $Pmeeh^*$ は、それぞれ、以下の(49)、(50)式に示すように、空気有効成分分圧目標値初期設定値 Pmo^* 、EGRガス有効成分分圧目標値初期設定値 $Pmee^*$ とすることも可能であり、

*理を行うステップS225を挿入する。

【0098】ステップS200のF/B制御部36Aによる処理では、第1形態と同様にして、空気有効成分分圧推定値 Pmo 、EGRガス有効成分分圧推定値 $Pmee$ を算出し、その後、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値 Qe' 、スロットル通過空気流量初期設定値 Qa' を算出するが、この際、第1形態に対し、以下の(41)、(42)式に示すように、それぞれ、1制御周期前のEGRガス有効成分分圧誤差の時間積分値 $Imee_{(-1)}$ 、空気有効成分分圧誤差の時間積分値 $Imo_{(-1)}$ を加える。

分分圧推定値 Pmo 、スロットル通過空気流量設定値 Qa 、EGRバルブ通過ガス流量設定値 Qe 、当量比係数 $rfa i$ 、1制御周期前の空気有効成分分圧誤差の時間積分値 $Imo_{(-1)}$ 、フィードバック係数 $f1$ 、 $h1$ 、 $g1$ により、設定されたスロットル通過空気流量に相当する圧力目標値である空気有効成分分圧目標補正值 $Pmoh^$ を以下の(43)式によって算出する。

★り、設定されたEGRバルブ通過ガス流量に相当する圧力目標値であるEGRガス有効成分分圧目標補正值 $Pmeeh^*$ を以下の(44)式によって算出する。

30☆い、以下の(45)式により、空気有効成分分圧予測値 Pmo^* を算出する。

◆バック係数 $f2$ 、吸気係数 be を用い、以下の(46)式により、EGRガス有効成分分圧予測値 $Pmee^*$ を算出する。

40*GRガス有効成分分圧予測値 $Pmee^*$ とEGRガス有効成分分圧推定値 $Pmee$ との誤差の時間積分値 $Imee$ を、以下の(48)式によって算出する。

制御精度が若干落ちるもののCPUの計算負荷を大きく軽減することができる。

$$Pmoh^* = Pmo^* \quad \dots (49)$$

$$Pmeeh^* = Pmee^* \quad \dots (50)$$

【0105】この場合、F/B制御部36Aによる処理において、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値 Q

e'、スロットル通過空気流量初期設定値Qa'を、それぞれ、0から最大流量の範囲に飽和させる際、初期設定値と最大流量との大小関係に応じ、それぞれ飽和フラグE、Aをセット／クリアするようにし、第2の吸気制御マネージャ34aによる処理で、各飽和フラグの値に応じて空気有効成分分圧誤差の時間積分値Imo、EGRガス有効成分分圧誤差の時間積分値Imeeを設定するようにしても良く、制御精度をある程度確保しつつ計算負荷を軽減することができる。

【0106】すなわち、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値Qe'とEGRバルブ通過ガス流量設定値Qeとが等しいとき飽和フラグEをクリアし、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値Qe'とEGRバルブ通過ガス流量設定値Qeとが異なるとき飽和フラグEをセットする。また、スロットル通過空気流量初期設定値Qa'とスロットル通過空気流量設定値Qaとが等しいとき飽和フラグAをクリアし、スロットル通過空気流量初期設定値Qa'とスロットル通過空気流量設定値Qaとが異なるとき飽和フラグAをセットする。

【0107】そして、飽和フラグA、Eが共にクリアされているとき、上記(47)式によって空気有効成分分圧誤差の時間積分値Imoを算出し、飽和フラグA、Eのいずれか一方がセットされているときには、以下の(51)式に示すように、空気有効成分分圧誤差の時間積分値Imoを1制御周期前の値とする。また、飽和フラグEがクリアされているとき、上記(48)式によってEGRガス有効成分分圧誤差の時間積分値Imeeを算出し、飽和フラグEがセットされているときには、以下の(52)式に示すように、EGRガス有効成分分圧誤差の時間積分値Imeeを1制御周期前の値とする。

$$I_{mo} = I_{mo(-1)}, \quad \dots (51)$$

$$I_{mee} = I_{mee(-1)}, \quad \dots (52)$$

【0108】また、ステップS230の第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bによる処理では、第2の吸気制御マネージャ34aで算出した空気有効成分分圧予測値Pmo*、当量比設定値fai'、吸気係数d、理論空燃比ABFTを用い、以下の(53)式に従って、基本燃料噴射量初期設定値Gf'から最終的な基本燃料噴射量Gf*を算出する。

$$Gf^* = d \cdot Pmo^* \cdot fai' / ABFT \quad \dots (53)$$

【0109】この最終的な基本燃料噴射量Gf*の算出処理に関しては、本形態の第2の負荷・燃焼制御マネージャ32bによる空気有効成分分圧予測値Pmo*を用いず、第1形態の第2の負荷・燃焼制御マネージャ32aによる処理を採用することも可能であるが、本形態のように、空気有効成分分圧予測値Pmo*を用いて現在の制御操作量に対する吸気管圧力の応答値を理論的に予測することにより、スロットル系やEGR系のハード的な動作遅れや処理計算時間の遅れによって実際の吸気系に生じる遅れを回避し、脈動の影響等を除去して空気

量の過渡的な変化に対する追従性を向上し、空燃比優先の高精度の制御を実現することができる。

【0110】また、本形態では、前述の第1形態に対し、スロットル系の操作結果として生じる実際の吸入空気量に対するフィードバックを行う際、EGRバルブ通過ガス流量初期設定値Qe'及びスロットル通過空気流量初期設定値Qa'を、制御誤差の積分値Imee、Imoを用いて算出するため、外乱に対する目標値の追従性が向上し、F/B制御精度を向上することができる。

【0111】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、目標エンジントルク等のエンジン出力状態に応じたパラメータの目標値に対応した燃料噴射量に対し、空気有効成分とEGR有効成分とを推定しながら吸気制御及びEGR制御を行い、且つ、スロットル系の操作結果として生じる実際の吸入空気量に対するフィードバックを行うため、スロットルバルブ下流の吸気管容積を充填する際の吸入空気及びEGRガスの応答遅れ、スロットル系及びEGR系のハード的な応答遅れを補償するとともに、スロットル系とEGR系とで異なる応答性の影響を除去し、スロットルバルブの個体間のバラツキによる流量偏差や、スロットルバルブの温度変化による開口面積の変化による流量変化、スロットルバルブのブローバイガス等によって生じるバルブ汚染による流量変化等を未然に回避することができる。

【0112】すなわち、運転者の操作に応じ、燃料噴射制御、吸気制御、EGR制御を総合的に行い、燃料噴射量の最適化、吸入空気量の最適化、EGR量の最適化を実現することができ、制御応答性を向上してアクセル操作に対する追従性を向上し、運転フィーリングの向上、排気ガスエミッションの低減を図ることができる等優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の第1形態に係わり、燃料・吸気・EGR制御部のブロック図

【図2】同上、エンジン制御系の全体ブロック図

【図3】同上、初期化ルーチンのフローチャート

【図4】同上、定期処理ルーチンのフローチャート

【図5】同上、燃料・吸気・EGR制御処理ルーチンのフローチャート

【図6】同上、クランク角割込みルーチンのフローチャート

【図7】同上、吸気系モデルの説明図

【図8】同上、気筒判別の説明図

【図9】本発明の実施の第2形態に係わり、燃料・吸気・EGR制御部のブロック図

【図10】同上、燃料・吸気・EGR制御処理ルーチンのフローチャート

【符号の説明】

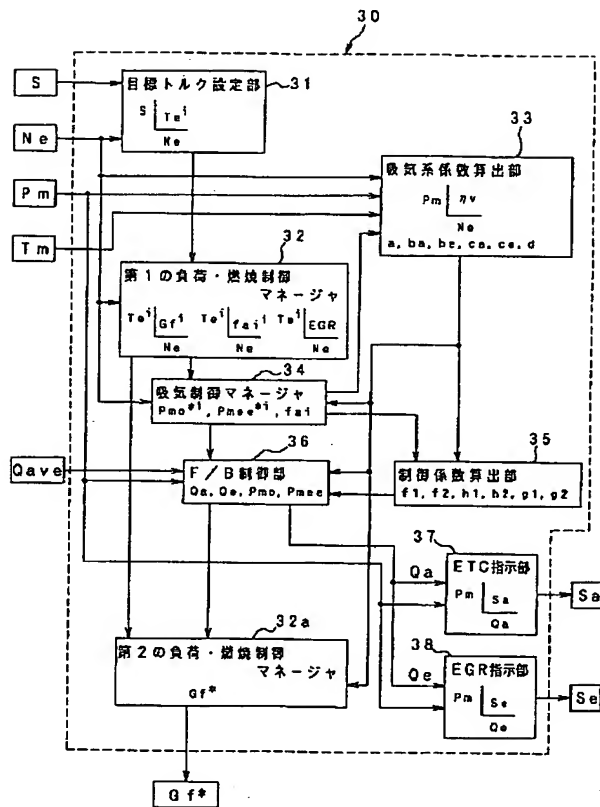
1 …エンジン

25

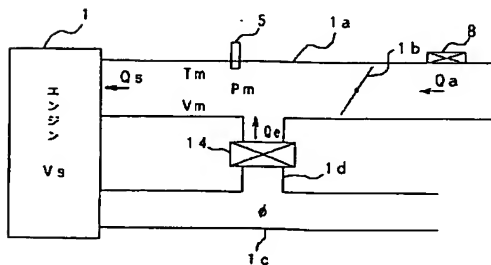
1b …スロットルバルブ
 10 …インジェクタ
 13 …スロットルアクチュエータ
 14 …EGRバルブ
 T_e^1 …目標エンジントルク
 Gf^1 …基本燃料噴射量初期設定値
 fai^1 …シリンダ内当量比設定値
 fai …当量比推定値
 $rfai$ …当量比係数

*

【図1】



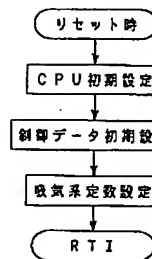
【図7】



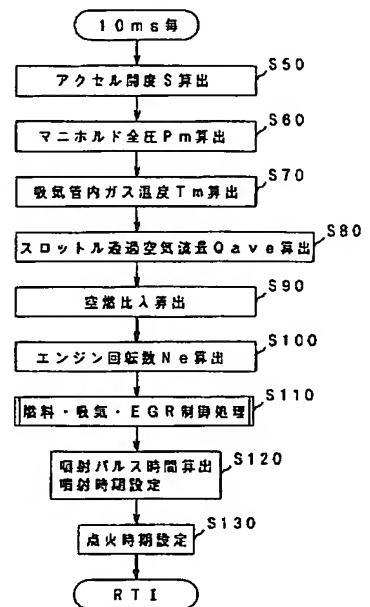
26

* $Pfea$ …EGRガスの空気過不足成分分圧モデル値
 $Pfee$ …EGRガス有効成分分圧モデル値
 Pfa …新気分圧モデル値
 Pmo …空気有効成分分圧推定値
 $Pmee$ …EGRガス有効成分分圧推定値
 Qe …EGRバルブ通過ガス流量
 Qa …スロットル通過空気流量
 Gf^* …最終的な基本燃料噴射量

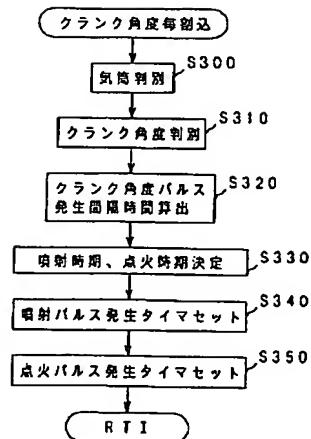
【図3】



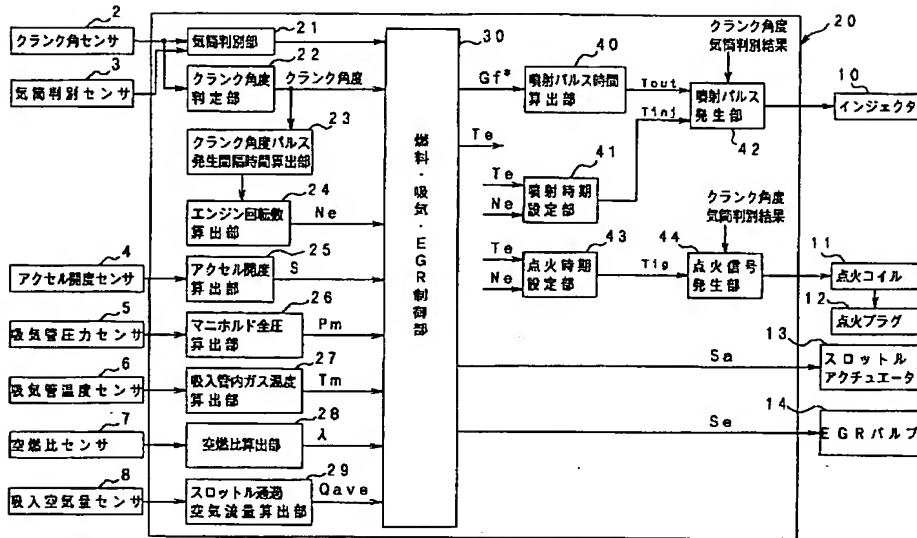
【図4】



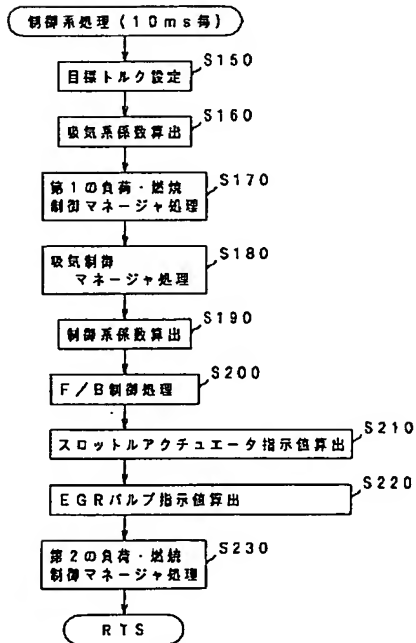
【図6】



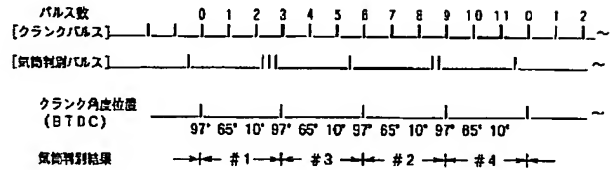
【図2】



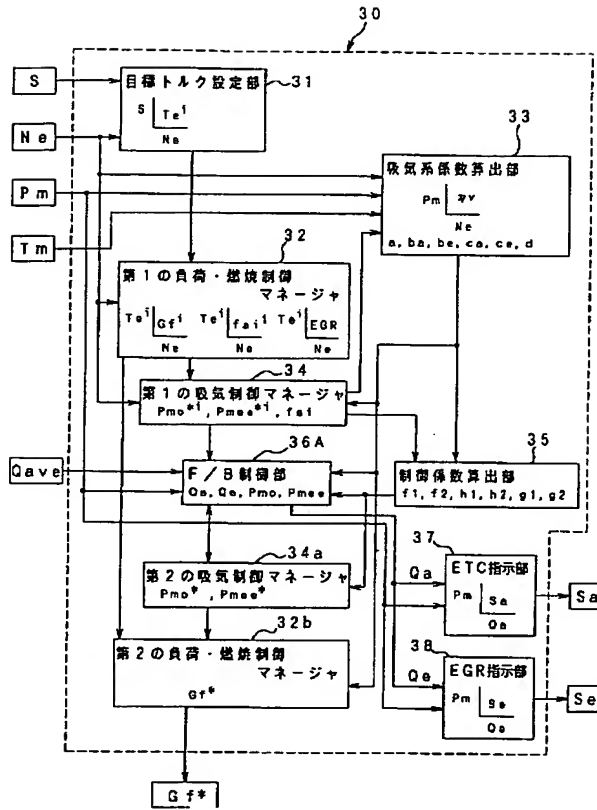
【図5】



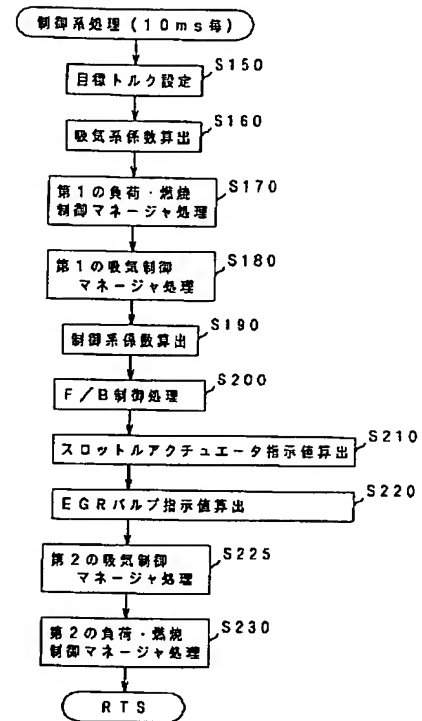
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 N
			3 0 1 K
45/00	3 0 1	45/00	3 0 1 F
	3 6 4		3 6 4 D
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 F
			5 5 0 G
			5 5 0 R

(72)発明者 秋本 晃
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
 重工業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.